

呉工業高等専門学校

研 究 報 告

第13巻 第2号 (通巻第21号)

昭和53年3月 (1978)

目 次

1. A Comparative Description of British and American English 熊 川 良 治 1
2. 揺動正放物線カムの研究 (第1報) —円弧従動節— 糸 島 寛 典 23
3. 揺動等2次角加速度カムの滑り率の研究 (第2報) —平板従動節— 糸 島 寛 典 35
4. 店舗用光源の考察 原 田 彦 49
5. 弾性梁で支持されている一方向連続板の研究 丸 上 晴 朗 55
6. 建築学科卒業生に対するアンケートについて 高 井 芳 治
青 木 栄 77
清 和 四 士

A Comparative Description of British and American English

(英語) 熊 川 良 治

Ryoji KUMAGAWA

INTRODUCTION

The aim of this paper is to compile an inventory of all the grammatical features referred to as characteristic of British or American English in *A Grammar of Contemporary English* and *A Communicative Grammar of English*, in the hope of providing a general scope of whatever discrepancies that may exist between the two varieties. In the process of compilation, one of the major concerns was to represent the original description with maximum objectivity. Accordingly, pains have been taken to prevent distortion especially when rearrangement or editing of the original became necessary. Also, there were a number of items where some supplementary illustrations from my own findings would obviously contribute to clarity and easier understanding, but they have been purposely withheld since such supplementations or amplifications would not be in line with the original intention of this paper. The present writer, therefore, cannot and does not claim originality in this work.

The following two editions have been used as reference :

Randolph Quirk, Sidney Greenbaum, Geoffrey Leech and Jan Svartvik :

A Grammar of Contemporary English, (Longman, 1972)

Geoffrey Leech and Jan Svartvik : *A Communicative Grammar of English*,

(Longman, 1975)

All the items in these books which are designated as characteristic of British English (BrE) or American English (AmE) have been collected, studied, and reorganized for presentation. Items, which are strictly lexical and thus have little or no grammatical significance, such as *lift* (BrE)/*elevator* (AmE), *cot* (BrE)/*crib* (AmE), *pyjamas* (BrE)/*pajamas* (AmE), etc., have largely been omitted, since the main interest lies in a comparative description of the grammar of the two varieties. In many cases, italics in the quotes have been changed for the sake of comparison or consistency. Also, for reference to the original source, each description is accompanied by a bracket, in which the chapter and section number (GCE) and/or the section number (CGE) of the source are given.

TABLE OF ITEMS

- 1 Definite article in distributive expressions
- 2 Noun phrase tags
- 3 Common noun with zero article
- 4 Proper nouns and article
- 5 Number
- 6 Concord with collective nouns
- 7 Subject-complement concord
- 8 Verb-complement concord
- 9 Concord with indefinite pronouns
- 10 Vocatives
- 11 Indefinite pronoun: *one*
- 12 Numerals
- 13 Unit of weight: *stone*
- 14 Time
- 15 Dates
- 16 Health adjectives: *ill/sick*
- 17 Complement after *different*
- 18 Attributive use of *fun*
- 19 Predicative use of *grown*
- 20 Adverbial use of *slow*
- 21 Prepositional adverb: *about*
- 22 *Wh*-interrogatives as comments
- 23 Variant (non-)assertive adverbs
- 24 Contraction: *aren't* (for *am not*)
- 25 Lexical verb: *have*
- 26 Doubling of consonant
- 27 Irregular lexical verbs
- 28 Semi-auxiliary: *have to*
- 29 Semi-auxiliary: *have (got) to* ("Certainty or logical necessity")
- 30 Modal auxiliary: *can/could* ("Possibility")
- 31 Modal auxiliary: *may* ("Permission")
- 32 Modal auxiliary: *must* ("Obligation")
- 33 Modal auxiliary: *ought to*
- 34 Contracted negative forms of modal auxiliaries
- 35 Marginal modal auxiliary: *used to*
- 36 Marginal modal auxiliaries: *dare/need*
- 37 Future auxiliaries: *will/shall*
- 38 Hypothetical use of *should*
- 39 The past tense for the present perfect
- 40 Premodifications by participles
- 41 Split infinitive

- 42 Complementation of the verb *help*
- 43 *To*-infinitive nominal clause
- 44 The mandative subjunctive
- 45 Time *when* adjuncts: *presently/momentarily*
- 46 Emphasizer: *fairly*
- 47 *Too* in the sense “very”
- 48 Intensifiers: *quite/rather*
- 49 Repetition of the intensifier *so*
- 50 Downtoners: *kind/sort of*
- 51 Downtoners: *rather/quite*
- 52 Viewpoint adjunct: *-wise*
- 53 Attitudinal disjuncts
- 54 Subordinator: *whilst*
- 55 Subordinator: *in case*
- 56 *Like* as subordinator
- 57 Conjunct: *too*
- 58 Clipped form: *'cos*
- 59 Prepositions and prepositional phrases
- 60 Absence of prepositions of time
- 61 Pro-forms for predication
- 62 Pro-forms in relation to attitudinal verbs
- 63 Formulaic expressions
- 64 General requests for repetition
- 65 Comment utterances
- 66 Exclamatory question
- 67 Variation in the scope of new information
- 68 Apposition and exclamatory aside

GRAMMATICAL DESCRIPTIONS

1 Definite article in distributive expressions

The sometimes occurs before nouns denoting unit of purchase, etc. to form distributive expressions at least in AmE. [GCE 4.20]

five dollars *the* head

2 Noun phrase tags

Noun phrase tags with the inversion of subject and operator is a dialectism especially associated with northern BrE. [CGE 14.50]

She's a lovely girl, *is Ann*. (northern BrE)

3 Common nouns with zero article

(1) Seasons

The article before names of seasons may be omitted, but CGE defines this usage as especially BrE, while GCE gives no regional restriction except for the use of the lexical items *autumn* (BrE) and *fall* (AmE). [GCE 4.38; CGE 757]

I last saw her in (the) spring. (esp. BrE)

- (2) Some “institutions” (often with *at*, *in*, *to*, etc.)

be in } hospital (esp. BrE)
go to } class (esp. AmE) [GCE 4.38]

He's { at school. (BrE)
in school. (AmE) } (=“He attends/is attending school.”)

In BrE, *He's in school* means “He's actually inside the building — not, e.g. on the playing fields.” [GCE 6.15]

A slight disagreement in description is seen between GCE and CGE regarding the use of *the* before *university* in the following expressions, i.e.

[GCE 4.38]	[CGE 495]
be at } university go to }	be at } (the) university (BrE) go to } the univeristy (AmE)

GCE notes, however, that *be at/go to/study at the university* is preferred by many, especially in AmE.

- (3) Meals [GCE 4.38]

have }
before } { brunch (esp. AmE)
at } { tea (esp. BrE)
after } { cocktails (esp. AmE)
stay for }

4 Proper nouns and article

The use of the title *judge* without an article before a personal name is mainly AmE. [GCE 4.42; CGE 756]

Judge Darling (mainly AmE)

Likewise, in restrictive appositive constructions where the first appositive is a designation of occupation and the second a personal name, the determiner is sometimes omitted especially in written AmE.

Art critic Paul Jones Democratic Leader Robinson

In this case, the first element is used as if it were a title as in *Professor Brown*. [CGE 490]

5 Number

- (1) The plural of *bus* has two forms in AmE. Besides *buses*, it has an alternative plural, which is formed by doubling the consonant -s. [GCE 4.62]

bus — buses/busses

- (2) In BrE, *innings* is an invariable noun, used for both singular and plural, whereas AmE has the regular *inning* for singular and *innings* for plural. [GCE 4.72]

a long innings/two innings (as in cricket) (BrE)
 an inning/two innings (as in baseball) (AmE)

6 Concord with collective nouns

In BrE, there is a tendency for the singular collective nouns, which are notionally plural but are grammatically singular, to obey notional concord. Thus, plural is more likely than singular when the speaker is thinking of the noun as made up of separate individuals. This applies not only to subject-verb concord, but also to subject-complement, subject-object, and subject-pronoun concord. All the examples given below are labeled BrE.

Subject-verb concord

The *public are* tired of demonstrations.
 The *audience were* enjoying every minute of it.
 The *Crown have* a good case. (legal)
 Our Planning *Committee have* considered your request.

Subject-complement concord

The Bennett *family were* remarkable *musicians*.

Subject-object concord

The *navy* congratulated *themselves* on, if not a victory, at least
 an avoidance of defeat.

Subject-pronoun concord

The *government* have broken all *their* promises.
 The *government* are cutting *their* losses.

Corresponding to the last example, the personal relative pronoun *who* may be used in BrE to show that the antecedent *government* is thought of as a set of individuals rather than as an indivisible abstraction. The latter meaning can be expressed by the choice of the non-personal relative *which*.

The government, *who* are cutting *their* losses, (BrE)
 The government, *which* is cutting *its* losses,
 (but not : *The government, who is cutting their losses)

In AmE, in contrast, collective noun subjects almost always go with a singular verb. But even in AmE, a plural verb may be preferred when a plural seems obligatory elsewhere in the sentence. [GCE 7.24, 7.25, 7.33, 7.34 Note, 7.36]

The audience *are* raising *their* hands to signify *their* approval.

7 Subject-complement concord

The following failures of subject-complement concord are considered to be especially BrE. [GCE 7.33]

That *man* is *crackers*. (“mad”, slang—esp. BrE)
 Those *chairs* are *reproduction* (esp. BrE)

8 Verb-complement concord

In addition to the plural

Good manners are a rarity these days.

there is a variant form in BrE, in which the number of the verb is in agreement with the complement, due probably to the dominance of the singular idea of the complement. [GCE 7.33 Note [a]]

Good manners *is a rarity* these days. (BrE)

9 Concord with indefinite pronouns

In disregard of number concord, the plural pronoun *they* is used informally especially in BrE as a substitute for the indefinite pronouns *everyone, everybody, someone, somebody, anyone, anybody, no one, nobody*. [GCE 7.34 Note, 7.36]

Everyone thinks *they* have the answer.

Has *anybody* brought *their* camera?

No one could have blamed *themselves* for that.

Everybody crossed *themselves*.

10 Vocatives

(1) The following appellatives are spelled differently between BrE and AmE.

mum(my) (BrE)

mom(my) (AmE)

The use of *honey* for endearment and the appositive *you guys* are AmE. [GCE 7.40; CGE 364]

honey (AmE)

you guys (familiar, AmE)

(2) The use of the title *Miss* as an isolated vocative for unmarried women is considered substandard in BrE, but is somewhat more generally used in AmE.

Miss { (substandard, BrE)
(esp. AmE)

Miss accompanied by a first name is archaic or limited to British upper social class. [GCE 7.40, 9.169]

Miss Alice { (archaic)
(esp. BrE upper social class)

(3) Since occupational vocatives like *waiter* or *driver* are sometimes felt to be rather impolite, a speaker of English often relies on the following expressions rather than a vocative to gain attention of a stranger. [GCE 7.40; CGE 365]

Excuse me. (BrE)

I beg your pardon. (AmE)

CGE gives no regional restrictions to the use of *Excuse me*.

(4) The use of the appositive *Esq.* ("Esquire") postposed to a name consisting of a family name with a first name or initials is BrE. It is used chiefly in addressing letters. [GCE 9.169]

John Porter, Esq. (BrE)

J. Porter, Esq. (BrE)

11 Indefinite pronoun: *one*

There is a difference between BrE and AmE in the repetition of the indefinite *one*. In BrE, the repetition of co-referential *one* is obligatory, whereas in AmE, it is possible to refer to a previous *one* either by repeating the pronoun or by substituting *he* or even *you*.

One cannot succeed unless *one* tries hard. (BrE)

One cannot succeed unless *he* tries hard. (AmE)

One should always be careful in talking about $\left\{ \begin{array}{l} \textit{one's} \\ \textit{his} \end{array} \right\}$ finances. (AmE)

One can't be too careful, can $\left\{ \begin{array}{l} \textit{one?} \\ \textit{you?} \end{array} \right\}$ (AmE)

The choice of pronouns, however, carries stylistic implications in AmE. The use of *one* is felt to be characteristically formal, *he* or the informal *you* being preferred instead. [GCE 4.126; CGE 5 (B), 86 Note]

One should always look after $\left\{ \begin{array}{l} \textit{one's} \text{ (BrE and formal AmE)} \\ \textit{his} \text{ (formal AmE)} \\ \textit{your} \text{ (informal AmE)} \end{array} \right\}$ money.

12 Numerals

(1) There is a difference in the numerical system between BrE and AmE. [GCE 4.129]

	British System	American System
1,000,000,000	one thousand million	one billion
1,000,000,000,000	one billion	one trillion
1,000,000,000,000,000	one thousand billions	one quadrillion
1 + 18 zeros	one trillion	one quintillion
1 + 24 zeros	one quadrillion	one septillion
1 + 30 zeros	one quintillion	one nonillion

(2) The use of *nil* for “nothing” is especially BrE. [GCE 4.129 Note [a]; CGE 662]

The result of the match was 4–0 (four (goals to) nil; esp. BrE).

Brazil won 4–0 (four nil/ (to) nothing).

13 Unit of weight: *stone*

In BrE, *stone* is used as a unit of weight. It is now largely restricted to giving the weight of a man. [GCE 4.71; CGE 710]

He weighs $\left\{ \begin{array}{l} \text{fourteen } \textit{stone} \text{ two pounds [14st 2 lb]. (BrE)} \\ 198 \text{ pounds [198 lb]. (AmE)} \end{array} \right.$

14 Time

A variant reading of time in AmE is as follows. [CGE 668]

at 5.15 at a quarter *after* five (AmE)

at 5.45 at a quarter *of* six (AmE)

at 6.10 at ten minutes *after* six (AmE)

15 Dates

Dates are written and read out as follows. [CGE 669]

(written)	He died on	5 May 1974.	(BrE)
		May 5th 1974.	(AmE)
(spoken)	He died on	<i>the fifth of May, nineteen seventy-four.</i>	
		<i>May the fifth, nineteen seventy-four.</i>	(BrE)
		<i>May fifth, nineteen seventy-four.</i>	(AmE)

16 Health adjectives: *ill/sick*

Among the adjectives referring to lack of health, the predicative use of *ill* is especially BrE and *sick* AmE.

He is seriously	<i>ill.</i>	(esp. BrE)
	<i>sick.</i>	(esp. AmE)

In attributive use, however, *sick* is common in both varieties. [GCE 5.35; CGE 458]

He's a very *sick* man. (BrE and AmE)

17 Complement after *different*

The normal complement after *different* is *than* in AmE but *from* or sometimes *to* in BrE. [CGE 6 (6)]

Their house is different *than* ours. (AmE)

Their house is different *from* ours. (BrE)

18 Attributive uses of *fun* and *fool*

In informal usage especially in AmE, *fun* seems to have been fully converted into an adjective and can even accept *very* as premodifier. [GCE 5.11 Note [c]]

That was a very *fun* party. (esp. AmE)

Likewise, *fool* is used as an adjective in informal AmE. [GCE 13.27]

some *fool* policeman (informal, AmE)

19 Predicative use of *grown*

Although *full-grown* or *grown-up* is fully acceptable, predicative use of *grown* is considered dubious in BrE. [GCE 5.12]

Her son is *grown*. (dubious, BrE)

20 Adverbial use of *slow*

The use of the adjective form *slow* in place of the corresponding *-ly* form is especially AmE. [GCE 5.8]

He drove the car *slow*.

21 Prepositional adverb: *about*

In informal BrE, prepositional adverb *about* is roughly equivalent to "about the place", but

is used with such vagueness that it is almost meaningless. [CGE 190]

You don't see many trams *about* nowadays. (informal, BrE)

22 *Wh*-interrogatives as comments

In informal speech, the following *wh*-interrogative sentences are typically used as comments on a previous statement especially in AmE. [GCE 10.78 Note]

How come (that . . .)? }
So what (if . . .)? } (informal, esp. AmE)

23 Variant (non-)assertive adverbs

In informal AmE, *someplace*, *anyplace* and *anytime* are often used in place of *somewhere*, *anywhere*, and *ever* respectively. [GCE 7.44]

Syntactic Class	Assertive	Non-assertive
Place adverb	<i>someplace</i>	<i>anyplace</i>
Time adverb		<i>anytime</i>

24 Contraction: *aren't* (for *am not*)

Since there is no universally accepted contracted form corresponding to the stiltedly formal *am not*, the contraction *aren't* is sometimes substituted. It is widely used in interrogatives especially in BrE, though with some feeling of awkwardness. In declarative sentences there is no generally acceptable contracted form for *am not*. *Ain't*, which has considerable currency in declarative as well as interrogative use in AmE, is considered substandard in BrE and is so considered by many in AmE. [GCE 3.19 Note [b], 7.43 Note [a]; CGE 500 Note [a]]

25 Lexical verb: *have*

When the lexical verb *have* is used in the stative sense of possession, it is often constructed as an auxiliary without *do*-periphrasis especially in BrE. AmE prefers the *do*-construction, which is also current in BrE.

{ I *haven't* any books. (esp. BrE)
I *don't have* any books. (AmE and BrE)
{ *Have* you the exact change? (BrE)
Do you *have* the exact change? (AmE and BrE)

When the main verb *have* is used as an event verb in the sense of "receive, take, experience", etc., *do*-periphrasis is the normal construction in both AmE and BrE.

Does he *have* coffee with his breakfast? (AmE and BrE)
Did you *have* any difficulty getting there? (AmE and BrE)
Did you *have* a good time? (AmE and BrE)

The construction without *do*-periphrasis is also seen in pro-form phrases *so have* and *so . . . have* in addition to *have* alone. [GCE 10.54 Note [c]]

A: John has a cold. B: { Yes, and i *have* TÒO.
Yes, and *so have* i
Yes, *so* he HÀS. } (esp. BrE)

The periphrastic forms with *do* are also used in BrE, but are more common in AmE.

A: John has a cold. B: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Yes, and i } \textit{do} \text{ TÒO.} \\ \text{Yes, and so } \textit{do} \text{ ì.} \\ \text{Yes, so he DÒES.} \end{array} \right\}$ (AmE and BrE)

Have got is an informal alternative to *have* and is frequently preferred especially in BrE. It is particularly common in negative and interrogative sentences. [GCE 3.18 Note, 7.56, 10.54 Note [c]; CGE 499]

I haven't got any books. (esp. BrE)

26 Doubling of consonant

In BrE, as distinct from AmE, bases ending in the following consonants are doubled after unstressed vowels. [GCE 3.59; CGE 819]

(1) -l — -ll-

{ travel	travelling	travelled	(BrE)
{ travel	traveling	traveled	(AmE)

{ signal	signalling	signalled	(BrE)
{ signal	signaling	signaled	(AmE)

{ cruel	crueller	cruellest	(BrE)
{ cruel	crueler	cruellest	(AmE)

(2) -m — -mm-

{ program(me)	programming	programmed	(BrE)
{ program	programing	programed	(AmE)

In computer technology AmE usually has *programmed*.

(3) -p — -pp-

{ worship	worshipping	worshipped	(BrE)
{ worship	worshiping	worshiped	(AmE)

Most verbs ending in -p, however, have regular spellings in both BrE and AmE, e.g.

develop	developing	developed
gossip	gossiping	gossiped

27 Irregular lexical verbs

A number of irregular verbs manifest some differences in usage between BrE and AmE.

- (1) Some irregular verbs have regular V-*ed*₁ and V-*ed*₂ variants, which are the preferred forms in AmE. The regular /d/-forms are especially AmE and the /t/-forms especially BrE in the following. [GCE 3.64, 3.65, 366; CGE 597, 600]

burn	burnt	burnt	(esp. BrE)
	burned	burned	(esp. AmE)

dwell	dwelt	dwelt	
	(dwelled)	(dwelled)	(esp. AmE)

Not mentioned in CGE.

learn	learnt	learnt	(esp. BrE)
	learned	learned	(esp. AmE)

smell	smelt	smelt	(esp. BrE)
	smelled	smelled	(esp. AmE)

spell	spelt	spelt	(esp. BrE)
	spelled	spelled	(esp. AmE)

spill	spilt	spilt	(esp. BrE)
	spilled	spilled	(esp. AmE)

spoil	spoilt	spoilt	(esp. BrE)
	spoiled	spoiled	(esp. AmE)

dream	dreamt /e/	dreamt	(esp. BrE)
	dreamed /i/	dreamed	(esp. AmE)

kneel	knelt	knelt	
	(kneeled)	(kneeled)	(esp. AmE)

Not mentioned in CGE.

lean	leant /e/	leant	(esp. BrE)
	leaned /i/	leaned	(esp. AmE)

leap	leapt /e/	leapt	
	leaped /i/	leaped	(esp. AmE)

The variation between /d/ and /t/ in the verbs listed above also applies to verbal uses. AmE has, for example, *burnt toast*, *burnt umber*. *All the burnt wood* would mean “wood with a burnt appearance”; *all the burned wood* would mean “wood that has been consumed”. [GCE 3.64 Note [a]]

(2) In BrE, *bet* has also regular variants. [GCE 3.67]

bet	bet/betted	bet/betted	(BrE)
-----	------------	------------	-------

- (3) In AmE, *get* has also *gotten* for V-*ed*₂ in certain senses of the word, e.g. “acquire”, “cause”, “come”. [GCE 3.68; CGE 4 (A), 604]

get	got	{ got (BrE and AmE)
		{ gotten (AmE)

Have you *gotten/got* the tickets for the match? (AmE)

Have you *got* the tickets for the match? (BrE)

- (4) When *shine* is used in the sense “polish”, it has also regular variants especially in AmE. [GCE 3.68; CGE 604]

shine (=“polish”) *shone/shined* *shone/shined* (esp. AmE)

- (5) The pronunciation of *ate* differs between BrE and AmE. [GCE 3.70]

eat	ate	{ BrE /e/	eaten
		{ AmE /ei/	

- (6) *Dive* and *thrive* have irregular V-*ed*₁ forms in AmE. [GCE 3.70]

dive	{ dived	dived	(BrE and often AmE)
	{ dove	dived	(AmE only)

thrive	{ thrive	thrived	(BrE and AmE normal forms)
	{ thrived	thrived	(esp. AmE)

28 Semi-auxiliary: *have to*

Have to behaves like *have* in having variants both with and without *do*-periphrasis. Inversion, negative with *not* and *so* pro-form without *do* are especially BrE. *Do*-periphrasis is the normal construction in AmE and is the more frequent construction in BrE as well. [GCE 3.8, 3.8 Note [b]]

{	<i>Have you to leave?</i> (esp. BrE)
{	<i>Do you have to leave?</i>
{	<i>You haven't to leave.</i> (esp. BrE)
{	<i>You don't have to leave.</i>

29 Semi-auxiliary: *have (got) to* (“Certainty or logical necessity”)

CGE notes *have to* and *have got to* as regional alternatives to express certainty or logical necessity. [CGE 297]

You *have to* be joking! (esp. AmE)

The bombing's *got to* stop sometime. (esp. BrE)

30 Model auxiliary: *can/could* (“Possibility”)

In questions, where *can* or *could* is employed in place of *may* to express “possibility”, *could* is the more common auxiliary in AmE. [GCE 7.62]

A: $\left. \begin{array}{l} \text{Can} \\ \text{Could} \end{array} \right\}$ they have missed the bus? B: Yes, they $\left\{ \begin{array}{l} \text{may have.} \\ \text{might have.} \end{array} \right.$

31 Modal auxiliary: *may* ("Permission")

The use of the modal auxiliary *may* expressing "permission" is especially BrE. [GCE 7.62]

A: $\left. \begin{array}{l} \text{May} \\ \text{Can} \end{array} \right\}$ I leave now? B: Yes, you $\left\{ \begin{array}{l} \text{may.} \\ \text{can.} \end{array} \right.$

32 Modal auxiliary: *must* ("Obligation")

The use of the modal auxiliary *must* to express "obligation" is especially BrE. [GCE 7.62]

A: $\left. \begin{array}{l} \text{Must I} \\ \text{Do I have to} \end{array} \right\}$ leave now? B: Yes, you $\left\{ \begin{array}{l} \text{must.} \\ \text{have to.} \end{array} \right.$

I must away is sometimes used in BrE with an implied verb of motion. [GCE 8.55 Note [b]]

I must away. (= "I must go away.")

33 Modal auxiliary: *ought to*

Ought regularly has the *to*-infinitive. In AmE, however, it occasionally has the bare infinitive in negative sentences and in questions, although *should* is more common in either case. [GCE 3.20 Notes]

You *oughtn't* smoke so much.

Ought you smoke so much?

Oughtn't to is used especially in BrE to indicate a weakened prohibition (more like negative advice). [CGE 344]

You *oughtn't to* waste money on smoking.

34 Contracted negative forms of modal auxiliaries [GCE 3.20 Notes; CGE 501 Notes]

(1) *Mayn't* is restricted to BrE, where it is rare.

(2) *Shan't* is rare in AmE.

I won't/*shan't* (BrE) give in! (= "I am determined not to . . .") [CGE 339]

35 Marginal modal auxiliary: *used to*

The interrogative construction *used he to* is especially BrE. *Did he used to* is the preferred form both in AmE and BrE. CGE gives *did he use to* as an alternative spelling. [GCE 3.21; CGE 502]

36 Marginal modal auxiliaries: *dare* and *need*

Dare and *need* as auxiliaries are restricted to non-assertive sentences, i.e. mainly negative and interrogative sentences, and are probably rarer in AmE than in BrE. The auxiliary *need* is used especially in BrE, in place of *must* in questions and negatives. [GCE 3.21, 7.62; CGE 298, 342]

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Does there } \textit{have to} \text{ be a motive for the crime?} \\ \text{Is there } \textit{necessarily} \text{ a motive for the crime?} \\ \text{Need there be a motive for the crime? (esp. BrE)} \end{array} \right.$

- Strikes *don't have to* be caused by bad pay (they can also be caused by bad conditions, etc.)
- Strikes are *not necessarily* caused by bad pay.
- Strikes *need not* be caused by bad pay. (esp. BrE)

- Need* you work so hard? (esp. BrE)
Have you *got to* work so hard?
Do you *have to* work so hard?
Do you *need to* work so hard?

- { We *needn't* hurry. (esp. BrE)
 { We *don't have to* hurry.
 { We *don't need to* hurry.

Note that *need* is a non-assertive auxiliary and that the corresponding positive form is *must*.

- A: *Need* it happen? (BrE) B: Yes, it $\left\{ \begin{array}{l} \textit{must.} \\ \textit{has to.} \end{array} \right.$

37 Future auxiliaries: *will/shall*

The use of *shall* in the first person to denote futurity is chiefly BrE. Prescriptive use is said to have exerted considerable influence in this direction of using *shall*.

In the first person plural, e.g.

- What $\left\{ \begin{array}{c} \textit{shall} \\ \textit{will} \end{array} \right\}$ we drink?

shall asks for instructions, and *will* is non-volitional future especially in AmE. *Will I/we* has become increasingly common in contexts of non-volitional futurity, e.g.

Will I see you later?

It has also become common in sentences expressing helplessness, perplexity, etc.:

What *will* I do?

How *will* I get there?

Which *will* I take?

This usage is predominantly AmE but examples are also to be found in BrE. *Shall* used to denote intention on the part of the speaker is restricted to the first person and is especially BrE (“intermediate volition”).

I *shan't* be long.

We *shall* let you know our decision.

We shall overcome.

It is to be noted that *shall* is, on the whole and especially outside BrE, an infrequent auxiliary with restricted use compared with *should*, *will* and *would*. [GCE 3.28, 3.46]

38 Hypothetical use of *should*

Should following a first person subject in a hypothetical main clause with a conditional sub-clause is especially BrE. [GCE 3.46]

We *should* love to go abroad if we had the chance.

39 The past tense for the present perfect

There is a tendency in AmE to use the past tense rather than the present perfect when referring to the recent indefinite past. [CGE 115 Note [a]]

Did you eat yet? (AmE)

cf. *Have you eaten* (yet)?

40 Premodification by participles

- (1) Since the potentiality of a present participle is to indicate a permanent or characteristic feature, co-occurrence with a definite article, which favors the specific or temporary, is felt strange especially in BrE. [GCE 13.52]

?*The approaching* train is from Liverpool.

(cf. He was frightened by *an approaching* train.)

- (2) The past participle *done* is a premodifier in the following colloquial phrase. [GCE 13.54]
the *done* thing (=“the fashionable thing to do”) (familiar, BrE)

41 Split infinitive

The prescriptive objection to the splitting of the infinitive is said to be more effective in BrE than in AmE. It is given as one of the reasons for avoiding the non-finite pro-form *to so do*. [GCE 10.58]

42 Complementation of the verb *help*

In the complement of the verb *help* consisting of a noun phrase + *to*-infinitive, the bare infinitive seems to be the more common form in AmE than in BrE. In both varieties, however, the choice is conditioned by the subject's involvement. [GCE 12.57 Note]

Will you *help* me *clear* the table? (external help is called in)

This book *helped* me *to see* the truth. (assistance is outside the action proper)

43 *To*-infinitive nominal clause

In dialectal AmE, the *for* preceding the subject of a *to*-infinitive clause is often not omitted, even when the clause is a direct object. [GCE 11.21 Note]

He wants *for me to leave*. (dialectal, AmE)

44 The mandative subjunctive

The use of the subjunctive present, or the mandative subjunctive, in subordinate *that*-clauses when the main clause contains an expression of recommendation, resolution, demand, surprise, and so on, is more common in AmE than in BrE, where the construction is restricted to rather formal contexts and is little more than an archaism of legalistic style. BrE favors other means of expression, such as *that*-clauses with *should* + infinitive or *to*-infinitive. [GCE 3.16, 11.71, 12.47; CGE 7 (D), 291, 823]

They suggested that Smith *be dropped* from the team. (chiefly AmE)

They suggested that Smith *should be dropped* from the team. (AmE and BrE)

Other examples :

We ask that the individual citizen *watch* closely any developments in this matter.
 We ask the individual citizen *to watch* closely any developments in this matter.

There was a suggestion that Brown *be dropped* from the team.
 There was a suggestion *to drop* Brown from the team.

Congress has voted/decided/decreed/insisted that the present law (should) be maintained.

45 Time when adjuncts: *presently/momentarily*

In AmE, *presently* is synonymous with *at present* when the verb is in the present. In BrE, it is more commonly synonymous with *soon*.

They { are *presently* in London. } (=“at the present time”) (esp. AmE)
 { are *presently* calling on him. }

Likewise, *momentarily* means “in a moment” in AmE. [GCE 8.57, 10.12 Note [a]]

46 Emphasizer: *fairly*

Fairly is used as an emphasize in BrE.

He *fairly* jumped for joy. (BrE)

It requires some suggestion of exaggeration in the predication and cannot precede a negated verb phrase. [GCE 8.20, 8.21, 8.22]

In her anger, she *fairly* screamed at him. (BrE)

*In her anger, she *fairly* spoke to him.

They *fairly* danced for joy at the news. (BrE)

*They *fairly* didn't dance for joy at the news.

47 *Too* in the sense “very”

Too is commonly used especially in AmE as a synonym of *very* in negative sentences. [GCE 5.68 Note [b]]

I don't like it *too* much. (esp. AmE)

I don't feel *too* good. (esp. AmE)

48 Intensifiers: *quite/rather*

The use of *rather* in informal style as an intensifier premodifying a noun phrase is especially BrE. [GCE 5.57]

It was *rather* a mess. (esp. BrE)

Quite used as a degree adverb intensifying a superlative is especially BrE. [CGE 221]

It is *quite* the best show in town. (esp. BrE)

49 Repetition of the intensifier *so*

In BrE the intensifier *so* can be repeated indefinitely for emphasis. [GCE 5.77]

so so ... much better (BrE only)

50 Downtoners: *kind/sort of*

In informal speech especially in AmE, *kind of* and *sort of* are commonly used as downtoners for premodification of various parts of speech, including adjectives, adverbs and verbs. They have the meaning "more or less" to most speakers. [GCE 5.51, 8.29, 8.30, 8.31]

He is *kind of* clever.

He spoke *sort of* proudly.

I *kind of* like him. (= "I don't deny liking him. I might go as far as to say I like him.")

As he was walking along, he *sort of* stopped and fell flat on his face.

He *sort of* didn't want to say anything about it.

Some speakers use *kind of* and *sort of* to express an approximation to the force of the verb, while indicating its non-application. [GCE 8.29 Note [b]]

He *sort of* smiled at us. (= "You could almost say he smiled at us." with the implication of the fact that he didn't smile at us.)

He *kind of* fell down. (= "You could almost say he fell down" with the implication of the fact that he didn't fall down.)

51 Downtoners: *rather/quite*

Rather and *quite* are used as downtoners especially in BrE. [GCE 8.29, 8.30]

I *quite* enjoyed the party, but I've been to better ones. (esp. BrE)

I *rather* like him. (= "I don't deny liking him. I might go as far as to say I like him.")

52 Viewpoint adjunct: *-wise*

Derivation of viewpoint adjuncts by means of adding the suffix *-wise* to a noun is especially AmE. It is considered informal. [GCE 8.11]

Program-wise, the new thing on TV last night was the first number of the serial of Galsworthy's novel. (informal, AmE)

Weatherwise, we are going to have a bad time this winter. (informal, AmE)

53 Attitudinal disjuncts

- (1) In BrE and AmE, a slight difference is observed between the use of the postmodifier *enough* after disjuncts evaluating the communication as strange or unexpected. [GCE 8.82]

funnily enough { *(enough* usual in BrE)
 (enough obligatory in AmE) }

- (2) *Hopefully* used in the sense "it is to be hoped" is especially AmE. It allows correspondence with a personal subject, either the *I* of the speaker or indefinite *one*. [GCE 8.82, 8.85 Note; CGE 327]

Hopefully, he won't be there. (= { "I am" } hopeful that he won't be there.") (esp. AmE)

Hopefully, next spring will bring an improvement in the economic situation. (esp. AmE)

54 Subordinator: *whilst*

Whilst, a simple subordinating conjunction used to introduce an adverbial clause of time, is especially BrE. [GCE 11.9, 11.27; CGE 830]

55 Subordinator: *in case*

In BrE, the subordinator *in case* can introduce the idea of negative purpose. It is the informal alternative to the now rather archaic and very formal conjunction *lest* and has the meaning "for fear that" or "in order that . . . not". [GCE 11.39 Note; CGE 203]

Examples quoted as BrE are :

Lest } the wall should collapse, they evacuated the building.
In case }

He left early *in case* he should miss the last train. (= " . . . so that he should not miss it.")

In case is also a subordinator referring to possible future conditions, with the meaning "in the event that" or "if". Thus

Do this *in case* a fire breaks out.

could have dual meanings. It could mean "Do this in the event of a fire breaking out" on the one hand, and "Do this to prevent fire from breaking out" on the other. This latter interpretation is BrE. [GCE 11.30 Note [b]]

GCE notes that the interpretation of

He will come *in case* he's wanted.

in the future conditional sense "He will come only if he is wanted, in the event of his being wanted" is AmE, while in BrE the subordinated clause has a totally different meaning of "He will come because he may be wanted." [GCE 11.68]

56 *Like* as subordinator

The use of *like* as a subordinator replacing *as* in manner clauses or *as if* in clauses of comparison is felt to be somewhat substandard (particularly the second example below) especially in BrE. [GCE 11.41 Note [a]]

It's just *like* I imagined. (substandard, esp. BrE)

He talks to me *like* I was his dog. (substandard, esp. BrE)

57 Conjunct: *too*

In AmE, though rare, *too* is used as a reinforcing conjunct and occupies initial position when used as such. [GCE 8.89, 8.89 Note [b], 8.91]

58 Clipped form: 'cos

In BrE, 'cos is a semi-institutionalized spelling for 'cause, which is itself a clipped form of *because*. [GCE 9.22]

59 Prepositions and prepositional phrases

(1) Simple prepositions [GCE 6.4]

atop (formal, AmE), *out* (AmE), *toward* (AmE), *towards* (BrE)

(2) Complex prepositions [GCE 6.5, 10.24 Note [a]]

apart from (BrE), *aside from* (AmE), *off of* (AmE)

In BrE, some use *as to* synonymously with *as for*.

(3) Place: *onto*

Complex preposition *on to* is of restricted use in AmE; it is sometimes spelt as a single word: *onto* [GCE 6.12 Note [b]]

(4) Place: *about/around*

In AmE, *about* in the vague meaning of "in the area of" or "in various positions in" is rarer and more formal than *around*. [GCE 180]

The guests were standing *about/around* the room.

There aren't many shops *about/around* here.

(5) Time: *at/on*

The preposition preceding *weekend* differs between BrE and AmE. [GCE 6.28; CGE 143]

{ *at* the weekend (BrE)
 on the weekend (AmE)

(6) Duration: *(from) . . . through*

(From) . . . through is an American alternative expression denoting time duration. Unlike *from . . . to*, which is ambiguous as to whether or not the period mentioned second is included in the total span of time, *(from) . . . through* makes clear that the whole period includes the second period named. *From* is optional as indicated by the parenthesis. [GCE 6.29, 8.60; CGE 153]

We camped there *from* June *to* (or *till*) September. (BrE)

(=up to [?and including] September)

We camped there *(from)* June *through* September. (AmE)

(=up to and including September)

The office is open Mondays *through* Saturdays. (AmE)

(7) Viewpoint: *over*

Over makes reference to the "viewpoint" at which the speaker is standing or imagines he is standing especially in BrE. [CGE 185]

the people *over* the road (esp. BrE)

(8) Stimulus: *at/with*

In BrE, *with* rather than *at* is used when the "stimulus" is a person or object rather than an event:

I was furious *with* (not *at*) the present. (BrE)

I am delighted *with* (not *at*) the present. (BrE)

In AmE, the use of *at* is quite usual.

I was furious/angry/livid *at* John. (AmE)

60 Absence of prepositions of time

- (1) In BrE, the omission of the preposition is optional with deictic phrases referring to times at more than one remove from the present.

(on) Monday week (BrE)

(in) the January before last (BrE)

In the second example, omission of the preposition is obligatory in AmE. [GCE 6.32]

the January before last

- (2) The omission of the temporal preposition *on* before days of week is common in AmE and in very informal BrE.

I'll see you *Sunday*. (AmE and informal BrE)

Another type of omission characteristic of AmE is in initial position preceding a plural noun phrase. [GCE 6.32 Note [a]; CGE 144]

Sundays we go into the country. (AmE)

- (3) The preposition is generally not omitted before the BrE inverted word order phrases (*on*) *Sunday next*, (*in*) *January last*, etc. [GCE 6.32 Note [b]]

61 Pro-forms for predication

In BrE, pro-predication is often achieved by adding a relevant form of the pro-verb *do* alone to (a) *do* (not common), or (b) a modal, or (c) perfect *have*. [GCE 2.17, 10.54, 10.54 Note [b]]

- (a) Bob says he is going to join the Labour Party. It will be interesting to see whether
JOHN *does do* TÒO.

Note that the additional *do* is avoided in *do do* for stylistic reasons :

Bob says he is going to join the Labour Party. *It will be interesting to see whether
John and PÈter *do do* TÒO.

- (b) The Americans are reducing their defence expenditure this year. I wonder if the
RÙSSians *will do* TÒO.

A : Will you be attending the meeting this evening?

B : I MÀY DÓ.

- (c) I didn't touch the television set. You can ask Bob. He was here all evening. But
PÈrcy *might have* DÓNE.

They suspected that he had given her an apple and he *had (done)*.

62 Pro-forms in relation to attitudinal verbs

In BrE, verbs of inert perception and cognition other than *like*, *hate*, and *want* allow substitution of the type *do so*, *will do so*, *might have done so* without difficulty, but they are felt to be odd to varying degrees in AmE. [GCE 10.55]

A : They think he is mad. B : WÈ *do so* TÒO.

A : I can smell perfume. B : Ì *can do so* TÒO.

A : Bob might have heard the strange noises. B : He *might* WÈLL *have done so*.

63 Formulaic expressions

- (1) Some BrE formulas for greetings, thanks, imprecation, and apologies mentioned are as follows. [GCE 7.88; CGE 358, 361]

FAREWELLS : Cheerio (familiar, BrE)
 Cheers (very familiar, BrE)
 THANKS : Ta (BrE slang)

IMPRECATIONS : Bugger (it/off) (very familiar, BrE)

APOLOGIES : Excuse me. (In BrE, this is limited to mild apologies for routine impolite behaviors, such as for interrupting, for sneezing, for pushing in front of somebody. One would say *I beg your pardon* for mishaps such as treading on someone's toe.)

- (2) A slight difference in the formula ending a letter is noted between the two varieties. [CGE 360]

Yours sincerely, (BrE)
 Sincerely (yours), (AmE)

64 General requests for repetition

There is some difference in the commonly used general requests for repetition between BrE and AmE. [GCE 7.81 Note [a]; CGE 258]

A: I'll make some coffee.	{	B: Pardon me?	(AmE)
		B: Excuse me?	(AmE)
		B: Sorry?	(BrE)

65 Comment utterances

The use of *quite* as a comment on a previous declarative sentence, synonymous with *exactly* and *precisely*, is especially BrE.

A: He has no right to object.
 B: QUITE. (=“I quite agree.”) (esp. BrE)

In AmE, *right* is used to express agreement, and is more common than *exactly* or *precisely*.

Rather used as a response to a *yes-no* question in informal style equals an enthusiastic *yes* especially in BrE. [GCE 8.18 Note, 8.31 Note]

A: Will you come with me? B: RATHER. (informal, BrE)

66 Exclamatory question

In AmE, an exclamatory question can be pronounced with a rising tone :

Wasn't the concert terrific? (AmE)

But in this case, a reply is expected. [GCE 7.70 Note [b]]

67 Variation in the scope of new information

In BrE, the fall-plus-rise tone pattern is likely to be employed in the following sentence.

I went to FRANCE last WEEK. (BrE)

The tone pattern gives the sentence two peaks of information interest, but the subsidiary half of this pattern represents “semi-given” information. Here, it seems that *last week* is not far from

our minds, being recent history, and therefore need not bear the whole weight of new information. In AmE, *last week* in this sentence is likely to be treated as given information, and to receive no nuclear prominence at all. [GCE 14.6 Note [a]]

I went to FRÀNCE last week. (AmE)

68 Apposition and exclamatory aside

“John and Mary, *the idiots*, lost their way” can be interpreted in two ways. In one interpretation, *the idiots* is intended as a clinical term and is appositive to *John and Mary*, while in the other, it is synonymous with “the fools” and is an exclamatory aside. These two interpretations can be distinguished intonationally, but there are differences between AmE and BrE in this respect. The normal intonations for the respective interpretations are :

APPOSITION — AmE and BrE

John and MĀry (the ĩdiots) lost their way.

EXCLAMATORY ASIDE — AmE

John and MĀry (the ĩdiots) lost their way.

EXCLAMATORY ASIDE — BrE

John and MÀry (the ĩdiots) lost their way.

In AmE the aside is marked primarily by a lowering of its pitch relative to that of the rest of the sentence, though it would be usual for the terminal rise of *Mary* to be echoed in the aside. [GCE 9.133 Note]

(昭和52年10月31日受付)

揺動正放物線カムの研究 (第1報)

——円弧従動節——

(機械工学科) 糸 島 寛 典

Studies on the Parabolic Profile Cam with an Oscillating Follower (Report 1)

—— Circular Arc Follower ——

Hironori ITOSHIMA

The profile of the cam consists of a base circle and a parabolic curve. The oscillating follower is a roller or a circular arc (mushroom) follower. And the profile of a parabolic curve cam is expressed in xy coordinates.

In this paper, the angular motion (displacement, velocity and acceleration) of an oscillating follower is analysed, and the oscillating angle, the pressure angle and the specific sliding are examined.

If the oscillating angle, the pressure angle at the starting point, the maximum specific sliding of the cam and the maximum angular acceleration are specified, then each size of the best cam, the radius of the arc and the length of the follower can be decided.

§ 1 緒 言

前報¹⁾においてカムの輪郭として基礎円に放物線を接合した正放物線カムにおけるかたよりのある往復円弧従動節の運動を解析し、その設計を取扱った。

本報告において同じカムに揺動円弧従動節を用いた場合の運動を解析し揺動角、最大押進め角、最大角加速度、最大滑り率を調べ、それらの値を逆に指定して最適カムの設計を行う。

§ 2 記 号

a : カムの回転中心と放物線の頂点との距離

b : カムの中心から放物線までの y 軸上の距離

R_0 : 基礎円半径

R_T : 放物線の半径

θ : カムの回転角

θ_0 : 往き行程のカムの回転角

θ_r : 戻り行程のカムの回転角

ω_1 : カムの角速度

ρ_T : カムの曲率半径

σ_1 : カムの滑り率

φ : 従動節の角変位

$d\varphi_1/d\theta$: 従動節の角速度 $= \omega_1 d\varphi_1/d\theta$

d : 軸間距離

r : 従動節の円弧半径

ψ : 従動節の揺動角

δ : y 軸とカムの半径のなす角

δ_0 : 運動の始点における δ

ϕ : 押進め角

ω_2 : 従動節の角速度

φ_0 : 始点における従動節の角変位

σ_2 : 従動節の滑り率

φ_1 : 従動節が ξ 軸となす角

μ : 始点の押進め角の正切

$d^2\varphi_1/d\theta^2$: 従動節の角加速度 $= \omega_1^2 d^2\varphi_1/d\theta^2$

§ 3 揺動正放物線カムの機構

図1は基礎円と放物線とでできた放物線カムが基礎円の中心 A を中心として反時計回りに回転し、ローラまたは円弧をもつ長さ l の従動節が B 点を中心として揺動運動するカム機構を示す。

カムの回転中心 A を原点とする回転直角座標 xy をカムに固定し、 A 点を原点とし AB を ξ 軸、これと直角に η 軸を取り、 B 点を原点、 BM を Y 軸、これと直角に X 軸をとる。

x 軸と ξ 軸の交角を θ とすれば θ はカムの回転角となり、 ξ 軸と Y 軸の交角を φ_1 とすれば φ_1 は従動節の揺動角変位となる。 x, y 軸が放物線と交わる点を C, D とし、 AD, AC の長さをそれぞれ a, b 、 AB の長さを d とする。

カムと従動節の円弧との接触点を T とし、基礎円と放物線の接点を E, F とし、 $\angle CAT = \delta$ 、 $\angle CAE = \delta_0$ 、 $AE = AF = R_0$ 、 $AT = R_r$ とすれば前報¹⁾と同様に放物線の xy 座標の式と T 点の xy 座標は次式のようにになる。

$$ay^2 = b^2(a - x) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$x_r = R_r \sin \delta, \quad y_r = R_r \cos \delta \quad \dots\dots\dots(2)$$

式(2)を式(1)に代入して R_r を求め吟味すれば次式のようにになる。

$$R_r = b \times \frac{-b \sin \delta + \sqrt{b^2 \sin^2 \delta + 4a^2 \cos^2 \delta}}{2a \cos^2 \delta} = \frac{2ab}{\sqrt{A} + b \sin \delta} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$A = 4a^2 \cos^2 \delta + b^2 \sin^2 \delta \quad \dots\dots\dots(4)$$

基礎円の半径 AE を R_0 とすれば前報¹⁾により

$$R_0 = b\sqrt{4a^2 - b^2}/2a \quad \dots\dots\dots(5)$$

となり、 b を R_0 で表わせば b と δ_0 は次式で示される。

$$b = \sqrt{2a(a - \sqrt{a^2 - R_0^2})} \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$\sin \delta_0 = \frac{b}{\sqrt{4a^2 - b^2}} = \frac{a - \sqrt{a^2 - R_0^2}}{R_0} \quad \dots\dots\dots(7)$$

3. 1 カムの回転角と揺動角

図1において従動節の接触点 T がカムの行き行程の始点 E にある場合のカムの回転角を θ_E とし、従動節の角変位 φ_1 を φ_0 とすればそれらは $\triangle ABM$ から次式のようにになる。ただし r は円弧の半径である。

$$\theta_E = \cos^{-1} \frac{d^2 + (R_0 + r)^2 - l^2}{2d(R_0 + r)} + \sin^{-1} \frac{a - \sqrt{a^2 - R_0^2}}{R_0} - 90^\circ \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\varphi_0 = \cos^{-1} \frac{d^2 + l^2 - (R_0 + r)^2}{2dl} \quad \dots\dots\dots(9)$$

次に T 点が放物線の頂点 D にあるときの θ を θ_D とすれば角変位 φ_1 は最大となり、それを $\varphi_0 + \Psi$

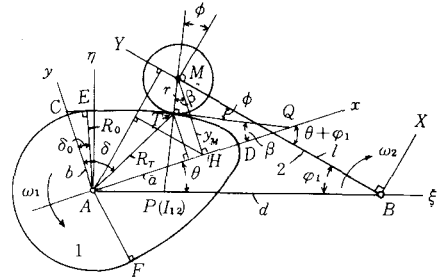


図1 揺動正放物線カムの機構

とすれば、 Ψ は従動節の揺動角となり、次式で示される。

$$\theta_D = \cos^{-1} \frac{d^2 + (a+r)^2 - l^2}{2d(a+r)}, \quad \cos(\varphi_0 + \Psi) = \frac{d^2 + l^2 - (a+r)^2}{2dl} \quad \dots\dots\dots(10), (11)$$

$$\Psi = \cos^{-1} \frac{d^2 + l^2 - (a+r)^2}{2dl} - \cos^{-1} \frac{d^2 + l^2 - (R_0+r)^2}{2dl} \quad \dots\dots\dots(12)$$

次に T 点が F 点にあるときの θ を θ_F とすれば $\theta_F = 90^\circ + \angle MAB - \delta_0$ となるので

$$\theta_F = 90^\circ + \cos^{-1} \frac{d^2 + (R_0+r)^2 - l^2}{2d(R_0+r)} - \sin^{-1} \frac{a - \sqrt{a^2 - R_0^2}}{R_0} \quad \dots\dots\dots(13)$$

となる。往き行程のカムの回転角を θ_0 、戻り行程のそれを θ_r とすれば次式のようにになる。

$$\begin{aligned} \theta_0 = \theta_D - \theta_E = 90^\circ + \cos^{-1} \frac{d^2 + (a+r)^2 - l^2}{2d(a+r)} - \cos^{-1} \frac{d^2 + (R_0+r)^2 - l^2}{2d(R_0+r)} \\ - \sin^{-1} \frac{a - \sqrt{a^2 - R_0^2}}{R_0} \quad \dots\dots\dots(14) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_r = \theta_F - \theta_D = 90^\circ - \cos^{-1} \frac{d^2 + (a+r)^2 - l^2}{2d(a+r)} + \cos^{-1} \frac{d^2 + (R_0+r)^2 - l^2}{2d(R_0+r)} \\ - \sin^{-1} \frac{a - \sqrt{a^2 - R_0^2}}{R_0} \quad \dots\dots\dots(15) \end{aligned}$$

3. 2 従動節の角変位

図1において従動節2がカム1の任意の点 T で接触している場合のカムの回転角 θ と従動節の角変位 φ を求める。円弧の中心 M より x 軸に垂線 MH を下せば M 点の xy 座標 x_M, y_M はそれぞれ AH, MH で与えられる。 T 点における法線を引き AB の交点を P とすれば P は瞬間中心 I_{12} となり、法線は M を通る。 T 点の接線と x 軸の交点を Q とし、 $\angle TQA = \beta$ とすれば $\angle PMH = \beta$ となるので、 x_M, y_M は次式で与えられる。

$$x_M = x_T + r \sin \beta, \quad y_M = y_T + r \cos \beta \quad \dots\dots\dots(16)$$

式(1)を x で微分し、 $dy/dx = -\tan \beta$ から

$$\tan \beta = \frac{b^2}{2ay_T}, \quad \sin \beta = \frac{b^2}{\sqrt{4a^2y_T^2 + b^4}}, \quad \cos \beta = \frac{2ay_T}{\sqrt{4a^2y_T^2 + b^4}} \quad \dots\dots\dots(17)$$

が得られるので、これから β, x_M, y_M が求まる。

図1の $\triangle ABM$ において $\angle MAQ = \varepsilon$ とおけば $\tan \varepsilon = y_M/x_M$ で、 $\theta = \angle MAB - \varepsilon$ 、 $\overline{AM}^2 = x_M^2 + y_M^2$ から θ は次式で求められる。

$$\theta = \cos^{-1} \frac{d^2 - l^2 + x_M^2 + y_M^2}{2d\sqrt{x_M^2 + y_M^2}} - \tan^{-1} \frac{y_M}{x_M} \quad \dots\dots\dots(18)$$

従動節の角変位 φ は $\varphi = \varphi_1 - \varphi_0$ であるので $\triangle ABM$ と式(9)から次式のように求められる。

$$\varphi_1 = \cos^{-1} \frac{d^2 + l^2 - (x_M^2 + y_M^2)}{2dl} \quad \dots\dots\dots(19)$$

$$\varphi = \cos^{-1} \frac{d^2 + l^2 - (x_M^2 + y_M^2)}{2dl} - \cos^{-1} \frac{d^2 + l^2 - (R_0+r)^2}{2dl} \quad \dots\dots\dots(20)$$

3. 3 従動節の角速度

従動節の角速度 $d\varphi_1/dt = \omega_1 d\varphi_1/d\theta$ であるので式(20)あるいは式(19)を θ で微分すればよいのであるが、その前に式(4)の A 、式(3)の R_T 、式(2)の x_T 、 y_T を θ で微分する必要がある。

$$\frac{dA}{d\theta} = B \frac{d\delta}{d\theta}, \quad B = -2(4a^2 - b^2) \sin \delta \cos \delta \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$\frac{dR_T}{d\theta} = M \frac{d\delta}{d\theta}, \quad M = R_T^2 \frac{(4a^2 - b^2) \sin \delta - b\sqrt{A}}{2ab\sqrt{A}} \cos \delta \quad \dots\dots\dots (22)$$

$$\frac{dx_T}{d\theta} = (M \sin \delta + R_T \cos \delta) \frac{d\delta}{d\theta}, \quad \frac{dy_T}{d\theta} = (M \cos \delta - R_T \sin \delta) \frac{d\delta}{d\theta} \quad \dots\dots\dots (23), (24)$$

次に式(17)の β の $d\beta/d\theta$ を求め、式(16)の x_M 、 y_M を θ で微分すれば次式のようにになる。

$$\frac{d\beta}{d\theta} = N (M \cos \delta - R_T \sin \delta) \frac{d\delta}{d\theta}, \quad N = -\frac{2a \sin^2 \beta}{b^2} \quad \dots\dots\dots (25), (26)$$

$$\frac{dx_M}{d\theta} = P \frac{d\delta}{d\theta}, \quad P = M \sin \delta + R_T \cos \delta + rN \cos \beta (M \cos \delta - R_T \sin \delta) \quad \dots\dots\dots (27), (28)$$

$$\frac{dy_M}{d\theta} = Q \frac{d\delta}{d\theta}, \quad Q = (M \cos \delta - R_T \sin \delta) (1 - rN \sin \beta) \quad \dots\dots\dots (29), (30)$$

よって式(19)を θ で微分し、式(27)、(29)を代入すれば角速度は次式

$$\frac{d\varphi_1}{d\theta} = \frac{x_M \frac{dx_M}{d\theta} + y_M \frac{dy_M}{d\theta}}{dl \sin \varphi_1} = \frac{Px_M + Qy_M}{dl \sin \varphi_1} \frac{d\delta}{d\theta} \quad \dots\dots\dots (31)$$

で得られるが、以上の各式において $d\delta/d\theta$ を求める必要がある。それには図1より、 x 、 Y 軸のなす角が $\theta + \varphi_1$ だから次式が得られる。

$$d \cos \theta = x_M + l \cos (\theta + \varphi_1), \quad d \sin \theta = -y_M + l \sin (\theta + \varphi_1) \quad \dots\dots\dots (32), (33)$$

$$d \sin \varphi_1 = x_M \sin (\theta + \varphi_1) + y_M \cos (\theta + \varphi_1) \quad \dots\dots\dots (34)$$

そこで式(32)を θ で微分し、式(31)、(33)を代入し、式(34)の關係を用いれば $d\delta/d\theta$ は次式のようにになる。

$$\frac{d\delta}{d\theta} = \frac{d \sin \varphi_1}{P \cos (\theta + \varphi_1) - Q \sin (\theta + \varphi_1)} \quad \dots\dots\dots (35)$$

よって、これを式(31)に代入すれば $d\varphi_1/d\theta$ が求められる。

3. 4 従動節の角加速度

従動節の角加速度は ω_1 が一定なので、 $d^2\varphi_1/dt^2 = \omega_1^2 \cdot d^2\varphi_1/d\theta^2$ で、式(31)を θ で微分すればよいのであるが、その前に式(22)、(26)、(28)、(30)、(35)を θ で微分すれば次式のようにになる。

$$\begin{aligned} \frac{dM}{d\theta} = L \frac{d\delta}{d\theta}, \quad L = R_T \left[(2M \cos \delta - R_T \sin \delta) \frac{(4a^2 - b^2) \sin \delta - b\sqrt{A}}{2ab\sqrt{A}} \right. \\ \left. + \frac{2R_T a (4a^2 - b^2) \cos^2 \delta}{bA^{3/2}} \right] \quad \dots\dots\dots (36), (37) \end{aligned}$$

$$\frac{dN}{d\theta} = -\frac{4a}{b^2} \sin \beta \cos \beta \frac{d\beta}{d\theta} \quad \dots\dots\dots (38)$$

$$\frac{dP}{d\theta} = \left[(L - R_T) \sin \delta + 2M \cos \delta + rN \left\{ \sin \beta (M \cos \delta - R_T \sin \delta)^2 \left(-\frac{4a}{b^2} \cos^2 \beta - N \right) + \cos \beta \left(\cos \delta (L - R_T) - 2M \sin \delta \right) \right\} \right] \frac{d\delta}{d\theta} \quad \dots\dots\dots (39)$$

$$\frac{dQ}{d\theta} = \left[\left\{ (L - R_T) \cos \delta - 2M \sin \delta \right\} (1 - rN \sin \beta) - rN \cos \beta (M \cos \delta - R_T \sin \delta)^2 \left(N - \frac{4a \sin^2 \beta}{b^2} \right) \right] \frac{d\delta}{d\theta} \quad \dots\dots\dots (40)$$

$$\frac{d^2 \delta}{d\theta^2} = \frac{d \cos \varphi_1 \frac{d\varphi_1}{d\theta} - \frac{d\delta}{d\theta} \left[\frac{dP}{d\theta} \cos(\theta + \varphi_1) - P \sin(\theta + \varphi_1) \left(1 + \frac{d\varphi_1}{d\theta} \right) - \frac{dQ}{d\theta} \sin(\theta + \varphi_1) - Q \cos(\theta + \varphi_1) \left(1 + \frac{d\varphi_1}{d\theta} \right) \right]}{P \cos(\theta + \varphi_1) - Q \sin(\theta + \varphi_1)} \quad \dots\dots\dots (41)$$

次に式(27), (29)を θ で微分すれば次式のようになる。

$$\frac{d^2 x_M}{d\theta^2} = \frac{dP}{d\theta} \frac{d\delta}{d\theta} + P \frac{d^2 \delta}{d\theta^2}, \quad \frac{d^2 y_M}{d\theta^2} = \frac{dQ}{d\theta} \frac{d\delta}{d\theta} + Q \frac{d^2 \delta}{d\theta^2} \quad \dots\dots\dots (42), (43)$$

よって式(31)を θ で微分すれば角加速度の $d^2 \varphi_1 / d\theta^2$ が次式のように求められる。

$$\frac{d^2 \varphi_1}{d\theta^2} = \frac{1}{dl \sin \varphi_1} \left\{ (P^2 + Q^2) \left(\frac{d\delta}{d\theta} \right)^2 + x_M \frac{d^2 x_M}{d\theta^2} + y_M \frac{d^2 y_M}{d\theta^2} - dl \cos \varphi_1 \left(\frac{d\varphi_1}{d\theta} \right) \right\} \quad \dots\dots\dots (44)$$

3. 5 往き行程の終点の角加速度

往き行程の始点 E の角加速度 $d^2 \varphi_1 / d\theta^2$ は $\delta = \delta_0$ として以上の諸式を計算すればよいのであるが困難であるので、終点 D の $d^2 \varphi_1 / d\theta^2$ を求める。それには $\delta = 90^\circ$, $d\varphi_1 / d\theta = 0$ を以上の各式に代入し複雑な計算の後に次式が得られる。

$$\delta = 90^\circ, \quad \frac{d^2 \varphi_1}{d\theta^2} = \frac{-2(2a^2 - b^2)(a+r)^2}{(b^2 + ar)\sqrt{4d^2 l^2 - \{d^2 + l^2 - (a+r)^2\}^2}} \quad \dots\dots\dots (45)$$

§ 4 押 進 め 角

図1において円弧の中心 M の運動方向すなわち MB に垂直な方向と T 点の法線 MP の交角を ϕ とすれば ϕ は押進め角であり、 $\phi_{max} < 40^\circ$ が高速回転するカムにおいて望ましい。図1において ϕ は

$$\phi = \theta + \varphi_1 - \beta \quad \dots\dots\dots (46)$$

である。 P 点は瞬間中心 I_{12} だから $\overline{AP} d\theta/dt = \overline{BP} d\varphi_1/dt$, $\overline{AP} + \overline{BP} = d$ から

$$\overline{AP} = d \frac{d\varphi_1/d\theta}{1 + d\varphi_1/d\theta}, \quad \overline{BP} = \frac{d}{1 + d\varphi_1/d\theta} \quad \dots\dots\dots (47)$$

となり、 $\triangle MBP$ から余弦の定理より \overline{TP} を求めれば

$$\overline{TP} = \sqrt{\left(\frac{d}{1 + d\varphi_1/d\theta} \right)^2 + l^2 - 2l \left(\frac{d}{1 + d\varphi_1/d\theta} \right) \cos \varphi_1 - r} \quad \dots\dots\dots (48)$$

しかるに

$$\overline{BP}^2 = (\overline{TP} + r)^2 + l^2 - 2l(\overline{TP} + r) \cos(90^\circ - \phi)$$

から

$$\sin \phi = \frac{l - \left(\frac{d}{1 + d\varphi_1/d\theta} \right) \cos \varphi_1}{\sqrt{\left(\frac{d}{1 + d\varphi_1/d\theta} \right)^2 + l^2 - 2l \left(\frac{d}{1 + d\varphi_1/d\theta} \right) \cos \varphi_1}} \quad \dots\dots\dots (49)$$

となり、これから押進め角 ϕ が計算できる。

4. 1 始点の押進め角

カムの往き行程の始点 E の押進め角を ϕ_E とすれば、 $\delta = \delta_0$, $d\phi_1/d\theta = 0$ と式(9)から

$$\delta = \delta_0, \quad \sin \phi_E = \frac{(R_0 + r)^2 - d^2 + l^2}{2l(R_0 + r)} \quad \dots\dots\dots (50)$$

が得られ、これから $\tan \phi_E$ を求めれば次式が得られる。

$$\tan \phi_E = \frac{(R_0 + r)^2 - d^2 + l^2}{\sqrt{4l^2(R_0 + r)^2 - \{(R_0 + r)^2 - d^2 + l^2\}^2}} \quad \dots\dots\dots (51)$$

故に $\tan(-\phi_E) = \mu$ とおけば式(51)は

$$2l(R_0 + r)\mu = \sqrt{1 + \mu^2} \{d^2 - l^2 - (R_0 + r)^2\} \quad \dots\dots\dots (52)$$

となるので、これから $R_0 + r$ を求めれば

$$R_0 + r = \frac{\sqrt{(1 + \mu^2)d^2 - l^2} - \mu l}{\sqrt{1 + \mu^2}} \quad \dots\dots\dots (53)$$

となるので、 μ (あるいは ϕ_E)、 d 、 l を指定すれば $R_0 + r$ を求めることができる。図2は $d=1$ の場合の各 l に対する $R_0 + r$ を求めたもので、 μ の増加により同じ l に対し $R_0 + r$ は減少し、同じ μ に対し l の増加により $R_0 + r$ は減少する。

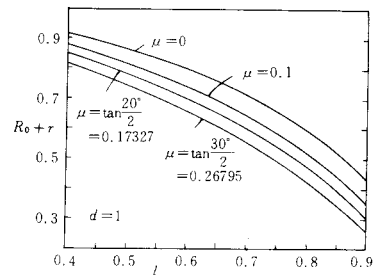


図2 $\mu(\phi_E)$, d , l の指定による l に対する $R_0 + r$

§ 5 滑り率と曲率半径

カムと従動節の滑り率を σ_1 , σ_2 とすれば前報¹⁾により次式で示される。

$$\sigma_1 = \frac{\rho_T + r}{\rho_T} \cdot \frac{TP}{r + TP}, \quad \sigma_2 = \frac{\rho_T + r}{r} \cdot \frac{TP}{\rho_T - TP} \quad \dots\dots\dots (54, 55)$$

ただし TP は式(48)から得られる。

5. 1 曲率半径

θ をパラメータとする曲線の曲率半径 ρ は

$$\rho = \frac{\left\{ \left(\frac{dx}{d\theta} \right)^2 + \left(\frac{dy}{d\theta} \right)^2 \right\}^{3/2}}{\frac{d^2x}{d\theta^2} \frac{dy}{d\theta} - \frac{dx}{d\theta} \frac{d^2y}{d\theta^2}} \quad \dots\dots\dots (56)$$

が与えられるので、式(23), (24)とその微分

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2x_T}{d\theta^2} &= \{(L - R_T)\sin\delta + 2M\cos\delta\} \left(\frac{d\delta}{d\theta} \right)^2 + (M\sin\delta + R_T\cos\delta) \frac{d^2\delta}{d\theta^2} \\ \frac{d^2y_T}{d\theta^2} &= \{(L - R_T)\cos\delta - 2M\sin\delta\} \left(\frac{d\delta}{d\theta} \right)^2 + (M\cos\delta - R_T\sin\delta) \frac{d^2\delta}{d\theta^2} \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (57)$$

を代入すれば ρ_T は複雑な計算の後に、次式のように求められる。

$$\rho_T = \frac{(R_T^2 + M^2)^{3/2}}{R_T^2 - LR_T + 2M^2} \quad \dots\dots\dots (58)$$

L は式(37)で求められ、この ρ_T を式(54),(55)に代入すれば σ_1, σ_2 を求めることができる。

5. 2 往き行程の終点の滑り率

往き行程の終点 D においては $\delta = 90^\circ$ なので $R_T = a$, $\overline{TP} = a$, $M = 0$, $L = -a(2a^2 - b^2)/b^2$ となるから ρ_T は

$$\delta = 90^\circ, \quad \rho_T = b^2/2a = a - \sqrt{a^2 - R_0^2} \quad \dots\dots\dots (59)$$

となり、式(54)から D 点のカムの滑り率 σ_{1D} は

$$\sigma_{1D} = \frac{b^2 + 2ar}{b^2} \times \frac{a}{a+r} = \frac{a+r-\sqrt{a^2-R_0^2}}{a-\sqrt{a^2-R_0^2}} \times \frac{a}{a+r} \quad \dots\dots\dots (60)$$

となり、これから $a+r$ を求めれば次式のように σ_{1D} を指定して $a+r$ を求めることができる。

$$a+r = \frac{a\sqrt{a^2-R_0^2}}{\sigma_{1D}\sqrt{a^2-R_0^2} - a(\sigma_{1D}-1)} \quad \dots\dots\dots (61)$$

§ 6 揺動角の指定

従動節の角加速度を論ずるには揺動角が一定でなければならぬ。そこで式(12)を変形すれば次式が得られる。

$$\begin{aligned} & \{d^2 + l^2 - (a+r)^2\}^2 + \{d^2 + l^2 - (R_0+r)^2\}^2 \\ & - 2\{d^2 + l^2 - (a+r)^2\}\{d^2 + l^2 - (R_0+r)^2\}\cos\Psi \\ & = 4d^2 l^2 \sin^2\Psi \quad \dots\dots\dots (62) \end{aligned}$$

これから $(a+r)$ を求めれば $(a+r)^2$ の次の2次式となる。

$$\begin{aligned} & (a+r)^4 - 2\{(R_0+r)^2\cos\Psi \\ & + (d^2 + l^2)(1 - \cos\Psi)\}(a+r)^2 \\ & + 2(d^2 + l^2)^2(1 - \cos\Psi) \\ & - 2(d^2 + l^2)(R_0+r)^2(1 - \cos\Psi) \\ & + (R_0+r)^4 - 4d^2 l^2 \sin^2\Psi \\ & = 0 \end{aligned}$$

となり、これから $(a+r)^2$ を求め、吟味の結果

$$\begin{aligned} (a+r)^2 = & (R_0+r)^2 \cos\Psi + (d^2 + l^2)(1 - \cos\Psi) + \sin\Psi \sqrt{4d^2 l^2 - \{(R_0+r)^2 - (d^2 + l^2)\}^2} \\ & \dots\dots\dots (63) \end{aligned}$$

が得られるので Ψ, d, l, R_0+r を指定すれば $a+r$ を求めることができる。また式(53)を組合せ、さらに μ を指定すれば R_0+r と $a+r$ が求められる。

6. 1 揺動角と始点の押進め角の指定

$\Psi, d, \mu (-\phi_E), l$ を指定して式(53)より R_0+r , 式(63)より $a+r$ を求め、各 R_0 について a, r を求め、式(6)より b , 式(45)より終点の $d^2\varphi_1/d\theta^2$, 式(60)より σ_{1D} を求めたものを表1と図3に示す。

図から明らかなように同一の R_0 に対し l が大きいと $|d^2\varphi_1/d\theta^2|_{\delta=90^\circ}$ は大となり、 σ_{1D} は逆になりとなる。同一の l に対し R_0 が大きいと同様になる。故に $\sigma_{1D} < 3$ のためには $R_0 > 0.3$ とする必

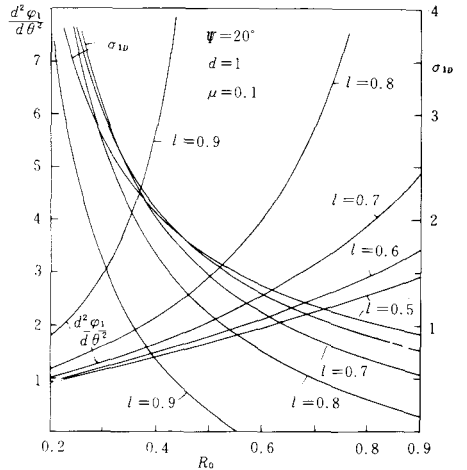


図3 Ψ, μ, d, l を指定した場合の R_0 に対する終点の $d^2\varphi_1/d\theta^2$ と σ_{1D}

要がある。 $R_0=0.4$ とし、 $l=0.5\sim 0.7$ の場合 $\sigma_{1D} \doteq 2$ となるので、表1のデータで $\phi, \sigma_1, d^2\phi_1/d\theta^2$ を求めたものを図4に示す。 σ_1 はほぼ同一、 $d^2\phi_1/d\theta^2$ もほぼ同一だが ϕ_{max} は l が大きいと大となる。 $l=0.5$ の場合が最良である。

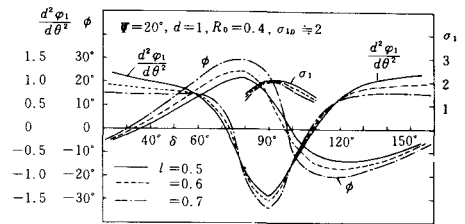


図4 表1の場合の $d^2\phi_1/d\theta^2, \phi, \sigma_1$

表1 $\Psi=20^\circ, \mu=0.1, d=1, R_0=0.4$

l	0.5	0.6	0.7	0.8
a	0.57325	0.60792	0.64261	0.67733
b	0.43179	0.42725	0.42368	0.42082
r	0.41770	0.34252	0.24788	0.12565
σ_{1D}	2.06	2.10	2.00	1.65
$\delta=90^\circ, d^2\phi_1/d\theta^2$	-1.442	-1.513	-1.695	-2.195

§7 往きと戻りの両行程のカムの回転角

往き行程と戻り行程のカムの回転角 θ_0, θ_r を等しくすれば式(14),(15)より

$$\cos^{-1} \frac{d^2 - l^2 + (a+r)^2}{2d(a+r)} = \cos^{-1} \frac{d^2 - l^2 + (R_0+r)^2}{2d(R_0+r)} \quad \dots\dots(64)$$

が得られ、これを変形すれば $a \neq R_0$ だから

$$d^2 - l^2 = (R_0 + r)(a + r) \quad \dots\dots\dots(65)$$

が得られる。次に図5において始点Eと終点Dが図のように一直線

上にあり、その線上に円弧の中心Mがあり、 $\angle M_1BM_2$ が Ψ となれば $\theta_0 = \theta_r$ となることがわかり次式が得られる。

$$R_0 + r = d \cos \theta_D - l \sin \frac{\Psi}{2}, \quad a + r = d \cos \theta_D + l \sin \frac{\Psi}{2} \quad \dots\dots\dots(66)$$

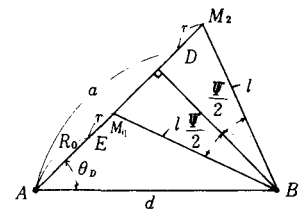


図5 $\theta_0 = \theta_r$ の場合の ϕ と Ψ の関係

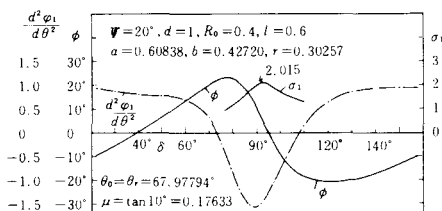


図6 $\theta_0 = \theta_r$ の場合の $\phi, d^2\phi_1/d\theta^2, \sigma_1$

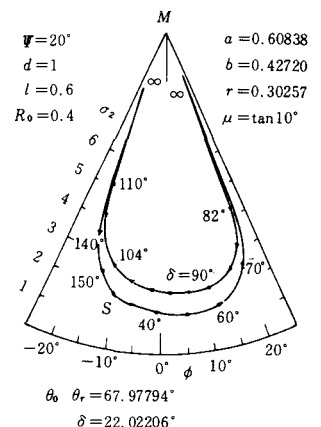


図7 図6の従動節上の σ_2

この両式を掛け合せ $d \sin \theta_D = l \cos \Psi/2$ の関係から式(65)が得られるので、図5の場合 $\theta_0 = \theta_r$ となる。図から次式が得られる。

$$(a+r) - (R_0+r) = a - R_0 = 2l \sin \Psi/2 \quad \dots\dots\dots (67)$$

次に始点の押進め角 ϕ_E は式(51)から得られるので、これに式(65), (67)を代入して整理すれば

$$\tan \phi_E = -\tan \frac{\Psi}{2}, \quad \mu = \tan \frac{\Psi}{2} \quad \dots\dots\dots (68)$$

となるので、 $\phi_E = -\Psi/2$ にとれば $\theta_0 = \theta_r$ となる。

例えば $\Psi = 20^\circ$ の場合、 $\mu = \tan 10^\circ = 0.176327$ となるので、 $d=1$, $l=0.6$, $R_0=0.4$ とすれば、式(67)より $a=0.60838$, 式(6)より $b=0.42720$, 式(53)より $r=0.30257$, 式(60)より $\sigma_{1D} = 2.015$, 式(45)より $d^2 \phi_1/d\theta^2 = -1.562$ が得られるので、以上の値で ϕ , $d^2 \phi_1/d\theta^2$, σ_1 を求めたものを図6に示す。 $\mu=0.1$ の場合より ϕ_{max} が少し小さくなっている。 σ_{1D} は変らない。

図7は図6の場合の σ_2 を従動節の円弧上に示す。接触面上の両端で σ_2 は無限大となるが途中はほぼ一定である。

§ 8 行き行程の終点の角加速度の指定

これまで R_0 を指定したが、終点の角加速度を指定して、 R_0 を求めたい。式(53)の μ の代りに ϕ_E を用いれば R_0+r は次式のようにになる。

$$R_0+r = \sqrt{d^2 - l^2 (1 - \sin^2 \phi_E)} + l \sin \phi_E \quad \dots\dots\dots (69)$$

Ψ , ϕ_E , d , l を指定した場合、上式より (R_0+r) が求まり式(63)より $(a+r)$ を求めれば $(a-R_0)$ が求まる。次に $\delta=90^\circ$ の角速度の式(45)の b に式(6)を代入すれば

$$\delta = 90^\circ,$$

$$\frac{d^2 \phi_1}{d\theta^2} = \frac{-2\sqrt{a^2 - R_0^2} (a+r)}{(a+r - \sqrt{a^2 - R_0^2}) \sqrt{4d^2 l^2 - \{d^2 + l^2 - (a+r)^2\}^2}} = K \quad \dots\dots\dots (70)$$

となるので、これを簡単化するため K とおき

$$T = \sqrt{4d^2 l^2 - \{d^2 + l^2 - (a+r)^2\}^2} \quad \dots\dots\dots (71)$$

とおいて、式(70)より $a+R_0$ を求めれば次式が得られる。

$$a+R_0 = \frac{(a+r)^2 K^2 T^2}{(a-R_0) \{K \cdot T - 2(a+r)^2\}^2} \quad \dots\dots\dots (72)$$

表2 $\Psi=20^\circ$, $d=1$, $l=0.6$, $\phi_E = -6^\circ$, $\mu=0.1051$

$\delta=90^\circ$, $d^2 \phi_1/d\theta^2$	$K=-0.8$	-1.0	-1.2	-1.5
R_0	0.13161	0.21012	0.28648	0.31450
a	0.33959	0.41810	0.49446	0.60248
r	0.60813	0.52962	0.45326	0.34524
σ_{1D}	8.57	4.57	3.11	2.13

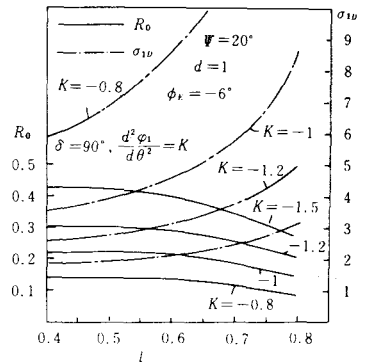


図8 Ψ , d , ϕ_E と終点 $d^2 \phi_1/d\theta^2 = K$ を指定した場合の各 l に対する R_0 と σ_{1D}

よって先に求めた $(a-R_0)$ と指定された K とから式 (72) より $a+R_0$ が求まるので, a, R_0 が決定され, r が求まる。

例えば $\Psi=20^\circ, \phi_E=-6^\circ, d=1, K=d^2\varphi_1/d\theta^2=-0.8$, $-1, -1.2, -1.5$ の場合の各 l に対する R_0, σ_{1D} を 図 8 と表 2 に示す。ただし表 2 は $l=0.6$ の場合である。
 l が大きくなければ R_0 は余り変らないが σ_{1D} は大きく変わるので, l はできるだけ小さい方がよい。

図 9 は表 2 の $d^2\varphi_1/d\theta^2=K=-1.2$ の場合 $\sigma_{1D} \approx 3$ であるので, これを採用して, カムの回転角 θ に対し, $\phi, \sigma_1, \sigma_2, d^2\varphi_1/d\theta^2$ を描いたもので, σ_{1max} は $\delta=90^\circ$ を少し過ぎた所で $\sigma_{1max} \approx 3.3, \phi_{max} \approx 24^\circ$ となる。

図10は表 2 の各場合の $d^2\varphi_1/d\theta^2, \phi, \sigma_1$ を示す。 ϕ_{max} は K が大きいと僅かに大となる。始点の $d^2\varphi_1/d\theta^2$ はほぼ同一であるが終点のそれはかなり変化があり, σ_{1max} は非常に変わる。

次に $\Psi=20^\circ, d=1, \phi_E=-10^\circ, K=-1$ を指定し, $l=0.4 \sim 0.7$ の場合の R_0, a, r, σ_{1D} を求めたものを表 3 に示し, 図11は表 3 のデータで $l=0.4, 0.6, 0.7$ の場合の $\phi, d^2\varphi_1/d\theta^2, \sigma_1$ を δ で示す。 l が小さい場合は始点の $d^2\varphi_1/d\theta^2$ が非常に大となり, l が大きいと σ_{1max} が大となるので, $l=0.5 \sim 0.6$ がよい。

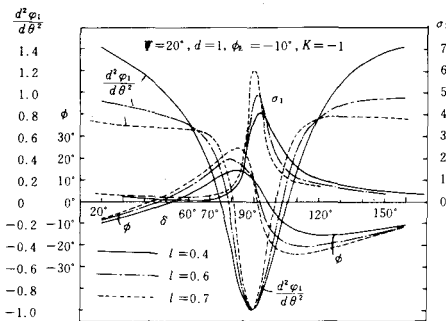


図11 Ψ, d, ϕ_E, K を指定し, 各 l に対する $\phi, d^2\varphi_1/d\theta^2, \sigma_1$

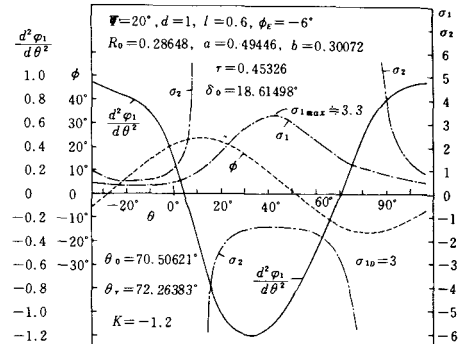


図9 Ψ, d, ϕ_E, K を指定した $d^2\varphi_1/d\theta^2, \phi, \sigma_1, \sigma_2$

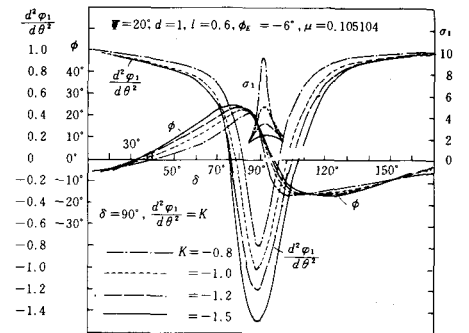


図10 Ψ, d, l, ϕ_E, K を指定した $\phi, d^2\varphi_1/d\theta^2, \sigma_1$

表 3 $\Psi=20^\circ, d=1, K=-1, \phi_E=-10^\circ$

l	0.4	0.5	0.6	0.7
R_0	0.21612	0.21758	0.20404	0.17518
a	0.35504	0.39123	0.41241	0.41829
r	0.63356	0.56597	0.49853	0.42768
σ_{1D}	3.46	3.91	4.63	5.99

8. 1 始点と終点の等角加速度

$\Psi=20^\circ, \phi_E=-6^\circ, d=1, l=0.5 \sim 0.7$ を指定し, 各 r に対して前述のように R_0, a, b を求め, それから始点と終点の $d^2\varphi_1/d\theta^2$ と σ_{1D} を求めたものを図12に示す。 $l=0.5$ の場合 r が小さいと σ_{1D} も小であるが, r が増加すると急増する。また r が小さい間は終点の $d^2\varphi_1/d\theta^2$ が始点のそれより大であるが, r が大きくなると逆になる。よって始点と終点の角加速度の絶対値が等しい場合が存在する。

表 4 は $\Psi=20^\circ, d=1, \phi_E=-6^\circ, l=0.5 \sim 0.7$ の場合の始点と終点の $|d^2\varphi_1/d\theta^2|$ が等しい場合の r を電算機により求め, それから $R_0, a, b, |d^2\varphi_1/d\theta^2|, \sigma_{1D}$ の値を求めたものを示す。

表4から l を大にすれば σ_{1D} が増大するので、 l としては0.5~0.6が望ましい。図13はこれらのデータで $d^2\varphi_1/d\theta^2$, ϕ , σ_1 を δ を横軸として描いたもので、角加速度の点からは $l=0.6$ の方が、 σ_1 からは $l=0.5$ の方がよい。

図14は $l=0.5$ の場合の σ_2 を従動節上にしたもので良好である。

表4 $\Psi=20^\circ$, $d=1$, $\phi_E=-6^\circ$

l	0.5	0.55	0.6	0.7
r	0.52390	0.53495	0.53949	0.53048
R_0	0.29143	0.24470	0.20009	0.11423
a	0.46473	0.43534	0.40807	0.35691
b	0.30901	0.25602	0.20684	0.11576
$\left \frac{d^2\varphi_1}{d\theta^2} \right $	1.17371	1.06922	0.97424	0.80064
σ_{1D}	2.87	3.64	4.86	11.77

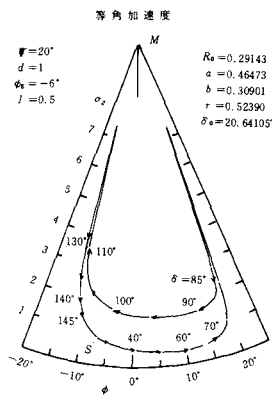


図14 図13の $l=0.5$ の従動節上の σ_2

§ 9 カムの輪郭とピッチ曲線と接触点の軌跡

カムの輪郭は式(2)の x_T, y_T で求められ、ピッチ曲線は従動節の円弧の中心 M が描く曲線であるので、式(16)の x_M, y_M で求められる。

接触点の軌跡は図1において、接触点 T の座標 x_T ,

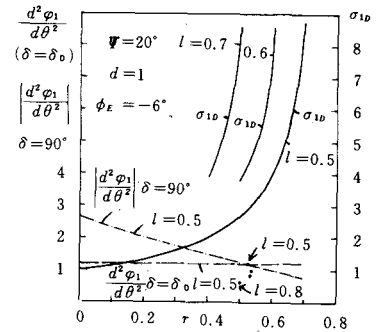


図12 Ψ, ϕ_E, d, l の指定による各 r の σ_{1D} と始点終点の $d^2\varphi_1/d\theta^2$

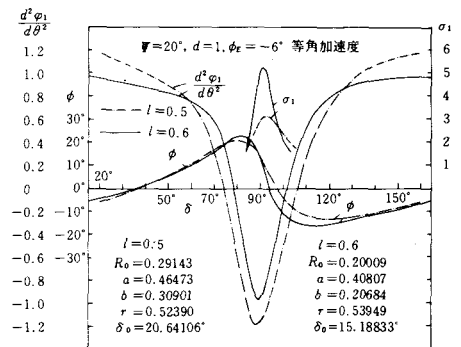


図13 Ψ, d, ϕ_E を指定した等角加速度の場合の $d^2\varphi_1/d\theta^2, \phi, \sigma_1$

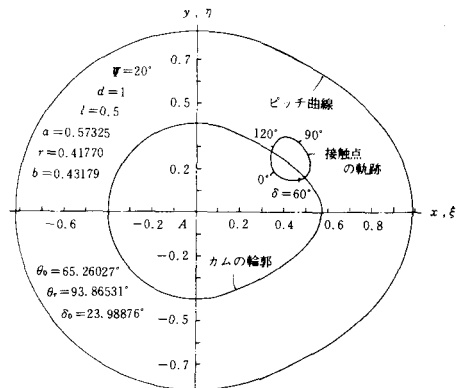
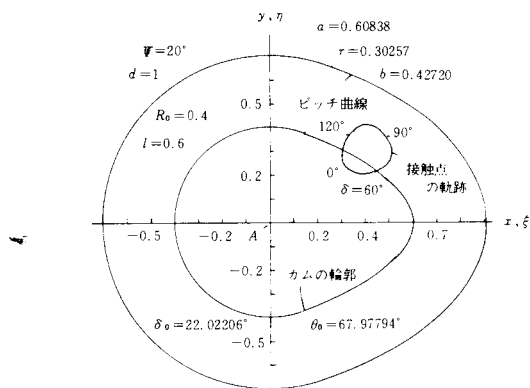
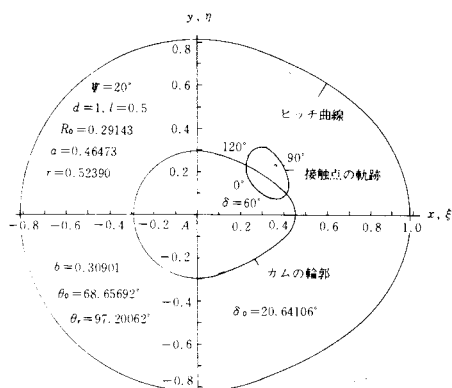


図15 図4の場合のカムの輪郭とピッチ曲線と接触点の軌跡

図16 $\theta_0 = \theta_x$ の図6の場合図17 等角加速度の図13の $l=0.5$ の場合

y_T を固定された $\xi\eta$ 座標 ξ_T, η_T に次式のように座標変換すれば求められる。

$$\xi_T = x_T \cos \theta - y_T \sin \theta, \quad \eta_T = x_T \sin \theta + y_T \cos \theta \quad \dots\dots\dots (73)$$

図15は図4の、図16は図6の、図17は図13のカムの輪郭、ピッチ曲線、接触点の軌跡を示す。いずれも良好である。

§ 10 結 論

以上において揺動円弧従動節をもつ正放物線カムの運動と押進め角、滑り率の解析の結果次の結論が得られた。

(1) 押進め角 ϕ の最大値は行き行程の始点の押進め角 ϕ_E を負にするか、従動節の長さ l を小さくすれば小さくなる。(2) 始点の押進め角 $\phi_E = -\Psi/2$ (揺動角の半分) とすれば両行程のカムの回転角は等しくなる。(3) 従動節の角加速度は行程の始点と終点で最大値をとり、終点の $d^2\varphi_1/d\theta^2$ を指定すれば Ψ, d, l, ϕ_E の指定から R_0, a, b, r がすなわちカムの寸法が決定できる。(4) r の選定により始点と終点の角加速度の絶対値を等しくできる。 l を小にすれば $d^2\varphi_1/d\theta^2_{max}$ を小にできる。(5) カムの滑り率 σ_1 は行き行程の終点を少し過ぎた所で最大となり、 r が大きいと急に大となる。 R_0 が同一の場合は l が小さい程、 l が同一の場合は R_0 が小さい程終点の σ_{1D} は大となる。 σ_{1D} を指定してカムの設計は困難である。(6) 従動節の滑り率 σ_2 は従動節の接触の両端で無限大となるが、途中はほぼ一定で良好である。

以上の研究において本校学生藤原郁三、古田孝俊両君の協力を得た。

文 献

- 1) 糸島寛典：往復正放物線カムの研究（第1報）、——円弧従動節——、呉高専研究報告、13-1、1977

(昭和52年10月31日受付)

揺動等2次角加速度カムの滑り率の研究 (第2報)

—— 平 板 従 動 節 ——

(機械工学科) 糸 島 寛 典

Studies on the Specific Sliding of the Constant Second-Acceleration Cam with the Oscillating Follower (Report 2)

—— Flat Plate Follower ——

Hironori ITOSHIMA

The specific sliding of the constant second-acceleration cam with the circular arc(mushroom) oscillating follower has been discussed.

In this paper, the profile of the constant second-acceleration cam with the oscillating flat plate follower can be expressed in xy coordinates, and then the pressure angle, the radius of curvature, the offset of the follower and the specific sliding to each rotating angle of a cam at each stroke are examined.

If the oscillating angle, the offset of the follower, the maximum pressure angle and the maximum specific sliding of the cam are specified, the best cam can be designed.

§ 1 緒 言

前報¹⁾において等2次角加速度カムに円弧あるいはローラの揺動従動節を用いた場合の従動節の押進め角と滑り率を論じた。

本報告においては揺動平板従動節が等2次角加速度運動するような板カムの輪郭を回転直角座標により求め、その滑り率を解析し、カムの最大滑り率の減少法と従動節の無限大の滑り率を従動節上にできるだけ等間隔に置くように設計し、この種のカムの最適設計を行う。

§ 2 記 号

θ : カムの回転角	R_0 : カムの基礎円半径
θ_0 : 行き行程のカムの回転角	d : 軸間距離
θ_r : 戻り行程のカムの回転角	f : 従動節のかたより量
θ_d : 停止中のカムの回転角	ρ_T : カムの曲率半径
ϕ : 押進め角	ω_1 : カムの角速度
Ψ : 揺動角	ω_2 : 従動節の角速度
ϕ_0 : 始点の角変位	μ : $\tan\phi_E$ 始点での摩擦係数
ϕ_1 : 固定リンクよりの角変位	σ_1 : カムの滑り率
ϕ : 従動節の角変位	σ_2 : 従動節の滑り率
t : カムの高さ	

$d\varphi_1/d\theta$: $d\varphi_1/dt = \omega_1 d\varphi_1/d\theta$ カムの角速度に対する従動節の角速度

$d^2\varphi_1/d\theta^2$: $d^2\varphi_1/dt^2 = \omega_1^2 d^2\varphi_1/d\theta^2$ カムの角速度の2乗に対する従動節の角加速度

§ 3 等2次角加速度カムの運動

等2次角加速度カムのカム線図を図1に示し、往き行程と戻り行程のカムの回転角を θ_0, θ_r とし、従動節の揺動角を Ψ とすれば、従動節の角変位 φ , $d\varphi_1/d\theta$, $d^2\varphi_1/d\theta^2$ は前報¹⁾で示すように次式で示される。ただし図から明らかなように各行程を4等分し、その間の角変位は異った式で与えられる。

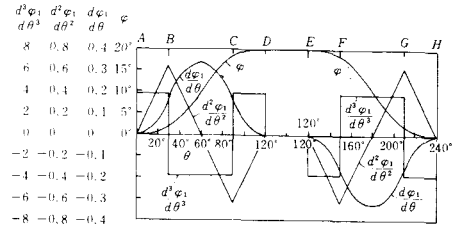


図1 等2次角加速度カムのカム線図

3. 1 往き行程の角変位, 角速度, 角加速度

(1) AB間 $\left(0 \leq \frac{\theta}{\theta_0} \leq \frac{1}{4}\right)$, $\varphi_1 = \varphi + \varphi_0$

$$\varphi = \frac{16}{3} \Psi \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^3, \quad \frac{d\varphi_1}{d\theta} = \frac{16\Psi}{\theta_0} \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^2, \quad \frac{d^2\varphi_1}{d\theta^2} = \frac{32 \times 180^\circ}{\pi \theta_0^2} \Psi \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right) \quad \dots\dots\dots (1)$$

(2) BC間 $\left(\frac{1}{4} \leq \frac{\theta}{\theta_0} \leq \frac{3}{4}\right)$ $\varphi = 16\Psi \left[-\frac{1}{3} \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^3 + \frac{1}{2} \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^2 - \frac{1}{8} \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right) + \frac{1}{96} \right]$

$$\frac{d\varphi_1}{d\theta} = \frac{16\Psi}{\theta_0} \left[-\left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^2 + \frac{\theta}{\theta_0} - \frac{1}{8} \right], \quad \frac{d^2\varphi_1}{d\theta^2} = 32 \frac{180^\circ}{\pi} \frac{\Psi}{\theta_0^2} \left(-\frac{\theta}{\theta_0} + \frac{1}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

(3) CD間 $\left(\frac{3}{4} \leq \frac{\theta}{\theta_0} \leq 1\right)$

$$\varphi = 16\Psi \left[\frac{1}{3} \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^3 - \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^2 + \frac{\theta}{\theta_0} - \frac{13}{48} \right]$$

$$\frac{d\varphi_1}{d\theta} = 16 \frac{\Psi}{\theta_0} \left(\frac{\theta}{\theta_0} - 1 \right)^2, \quad \frac{d^2\varphi_1}{d\theta^2} = 32 \frac{180^\circ}{\pi} \frac{\Psi}{\theta_0^2} \left(\frac{\theta}{\theta_0} - 1 \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

3. 2 戻り行程の角変位, 角速度, 角加速度

$$x = \frac{\theta - \theta_0 - \theta_d}{\theta_r} \quad (\text{ただし } \theta_d \text{ は上昇点の従動節の停止期間のカムの回転角}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

(4) EF間 $\left(0 \leq x \leq \frac{1}{4}\right)$

$$\varphi = \Psi \left(1 - \frac{16}{3} x^3 \right), \quad \frac{d\varphi_1}{d\theta} = -16 \frac{\Psi}{\theta_r} x^2, \quad \frac{d^2\varphi_1}{d\theta^2} = -32 \frac{180^\circ}{\pi} \frac{\Psi}{\theta_r^2} x \quad \dots\dots\dots (5)$$

(5) FG間 $\left(\frac{1}{4} \leq x \leq \frac{3}{4}\right)$

$$\varphi = 16\Psi \left(\frac{x^3}{3} - \frac{x^2}{2} + \frac{x}{8} + \frac{5}{96} \right)$$

$$\frac{d\varphi_1}{d\theta} = 16 \frac{\Psi}{\theta_r} \left(x^2 - x + \frac{1}{8} \right), \quad \frac{d^2\varphi_1}{d\theta^2} = 32 \frac{180^\circ}{\pi} \frac{\Psi}{\theta_r^2} \left(x - \frac{1}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$(6) \quad GH \text{ 間 } \left(\frac{3}{4} \leq x \leq 1 \right) \quad \varphi = 16 \Psi \left(-\frac{x^3}{3} + x^2 - x + \frac{1}{3} \right)$$

$$\frac{d\varphi_1}{d\theta} = -16 \frac{\Psi}{\theta_r} (1-x)^2, \quad \frac{d^2\varphi_1}{d\theta^2} = 32 \frac{180^\circ}{\pi} \frac{\Psi}{\theta_r^2} (1-x) \quad \dots\dots\dots (7)$$

§ 4 揺動平板従動節の場合のカムの理論

揺動平板従動節の板カムを図2に示す。カム1は O_1 点を中心に反時計回りに回転し、平板従動節2は O_2 点を中心に揺動している。軸間距離 O_1O_2 を d 、従動節のかたより量を f とし、従動節が固定リンク O_1O_2 となす角を φ_1 とする。カムの基礎円半径を R_0 とし、基礎円上の運動の始点を A とし、 O_1 を原点、 O_1A を y 軸、それに直角に x 軸をとり、 xy 座標をカム上に固定された回転座標とし、 x 軸と O_1O_2 の交角を θ とすれば θ はカムの回転角となる。

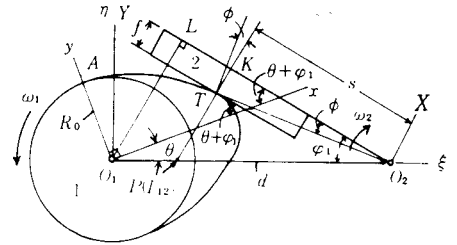


図2 揺動平板従動節の板カム

点 O_2 を原点とし、従動節 O_2L を Y 軸とし、これに直角に X 軸をとり、 XY 座標を従動節に固定する。接触点 T における法線と O_1O_2 の交点を P とし、 Y 軸の交点を K とすれば P はカム1と従動節2の瞬間中心 I_{12} だから、カムと従動節の角速度を ω_1, ω_2 とすれば次式が成立する。

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\overline{O_1P}}{\overline{O_2P}} = \frac{d\varphi_1}{d\theta}, \quad \overline{O_1P} + \overline{O_2P} = d \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\overline{O_1P} = d \frac{d\varphi_1/d\theta}{1+d\varphi_1/d\theta}, \quad \overline{O_2P} = \frac{d}{1+d\varphi_1/d\theta} \quad \dots\dots\dots (9)$$

4. 1 カムの輪郭

図2において接触点 T の xy 座標を x_T, y_T とすれば x 軸と Y 軸のなす角は $\theta + \varphi_1$ だから式(9)を用い、カムの輪郭は次式のようにになる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{x_T}{d} &= \left(\sin \varphi_1 - \frac{f}{d} \right) \sin (\theta + \varphi_1) + \frac{d\varphi_1/d\theta}{1+d\varphi_1/d\theta} \cos \varphi_1 \cos (\theta + \varphi_1) \\ \frac{y_T}{d} &= \left(\sin \varphi_1 - \frac{f}{d} \right) \cos (\theta + \varphi_1) - \frac{d\varphi_1/d\theta}{1+d\varphi_1/d\theta} \cos \varphi_1 \sin (\theta + \varphi_1) \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (10)$$

次に O_1 を原点とし O_1O_2 を ξ 軸、これと直角に η 軸をとり、接触点 T の ξ_T, η_T 座標は接触点の軌跡を示し、これで x_T, y_T を示せばカムの輪郭は次式のようにになる。

$$x_T = \xi_T \cos \theta + \eta_T \sin \theta, \quad y_T = \eta_T \cos \theta - \xi_T \sin \theta \quad \dots\dots\dots (11)$$

4. 2 接触点の軌跡

図2において T 点の ξ_T, η_T 座標は次式のようにになる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\xi_T}{d} &= \left(\sin \varphi_1 - \frac{f}{d} \right) \sin \varphi_1 + \frac{d\varphi_1/d\theta}{1+d\varphi_1/d\theta} \cos^2 \varphi_1 \\ \frac{\eta_T}{d} &= \left(\sin \varphi_1 - \frac{f}{d} \right) \cos \varphi_1 - \frac{d\varphi_1/d\theta}{1+d\varphi_1/d\theta} \cos \varphi_1 \sin \varphi_1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (12)$$

4. 3 押 進 め 角

図2より接触点 T が従動節2に属する場合の速度と法線 TP とのなす角 ϕ が押進め角となり、 $\angle KO_2T$ に等しいので、 O_2K を s とすれば次式が成立する。

$$\tan \phi = \frac{f}{s} = \frac{f(1+d\varphi_1/d\theta)}{d \cos \varphi_1}, \quad s = \frac{d \cos \varphi_1}{1+d\varphi_1/d\theta} \dots\dots\dots (13), (14)$$

f が一定だから s が最小の場合 ϕ が最大値をとる。 $f=0$ のときは $\phi=0$ となる。

4. 4 カムの曲率半径

揺動平板従動節の運動 $\varphi_1, d\varphi_1/d\theta, d^2\varphi_1/d\theta^2$ が与えられたときカムの輪郭の曲率半径 ρ_T は前報²⁾により次式で示される。

$$\frac{\rho_T}{d} = \frac{\left(\sin \varphi_1 - \frac{f}{d} \right) \left(1 + \frac{d\varphi_1}{d\theta} \right)^3 + \frac{d^2\varphi_1}{d\theta^2} \cos \varphi_1 - \left(\frac{d\varphi_1}{d\theta} \right)^2 \left(1 + \frac{d\varphi_1}{d\theta} \right) \sin \varphi_1}{(1+d\varphi_1/d\theta)^3} \dots\dots\dots (15)$$

平板従動節の場合 ρ_T が負となるとカムの輪郭が成立せぬ。

4. 5 滑 り 率

カムと従動節の滑り率をそれぞれ σ_1, σ_2 とすれば前報²⁾により次式で与えられる。

$$\sigma_1 = \frac{\overline{TP}}{\rho_T}, \quad \sigma_2 = \frac{\overline{TP}}{\rho_T - \overline{TP}} \dots\dots\dots (16)$$

\overline{TP} は図2より次式のようにになる。

$$\frac{\overline{TP}}{d} = \frac{\sin \varphi_1 - \frac{f}{d} \left(1 + \frac{d\varphi_1}{d\theta} \right)}{1+d\varphi_1/d\theta} \dots\dots\dots (17)$$

カムの滑り率 σ_1 は式(16)から ρ_T が小さい所では非常に大きくなるので、この値を指定して ρ_T をある程度大きくすればカムの輪郭に角ができず摩擦の点から良い。普通 $\sigma_{1\max} < 5$ がよい。

4. 6 従動節の角変位

従動節が往き行程の基礎円に接するときの従動節の φ_1 を φ_0 とすれば、従動節の角変位 φ と φ_0 は次式で示される。

$$\varphi = \varphi_1 - \varphi_0, \quad \varphi_0 = \sin^{-1} (R_0 + f)/d \dots\dots (18), (19)$$

4. 7 計 算 例

例えば $\Psi=20^\circ, \theta_0=\theta_r=120^\circ, \theta_d=0, d=1, R_0=0.8, f=-0.3$ を指定した場合、式(19)より $\varphi_0=30^\circ$ 、式(1)~(7)

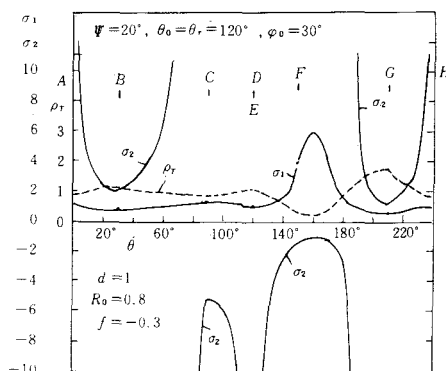


図3 $\Psi, \theta_0=\theta_r, d, R_0, f$ を指定した $\rho_T, \sigma_1, \sigma_2$

を用い、式(15)より ρ_r 、式(16),(17)より σ_1, σ_2 を θ に対して求めたものを図3に示す。図から戻り行程のFG間の始めにおいて ρ_r が極小となり、その点において σ_1 が非常に大きくなる。

次に式(14)より s を求め、平板従動節上に縦軸に σ_2 の値を各 θ に対して求めたものを図4に示す。図から接触の両端と途中2ヶ所 $\sigma_2 = \infty$ の所が生ずることがわかる。

§5 F点の σ_r と σ_1 による θ_r の選定

5.1 $\rho_r = 0$ の場合

図3においてFG間に ρ_r と σ_1 が最小値と最大値をとるが、その点の θ の式を求めることが困難なので、F点の ρ_r, σ_1 を求める。

$$F \text{ 点 } \varphi = \frac{11}{12}\Psi, \quad \varphi_1 = \varphi_0 + \frac{11}{12}\Psi, \quad \frac{d\varphi_1}{d\theta} = -\frac{\Psi}{\theta_r}$$

$$\frac{d^2\varphi_1}{d\theta^2} = -\frac{1440^\circ}{\pi} \frac{\Psi}{\theta_r^2} \quad \dots\dots\dots (20)$$

これを式(15),(16)に代入し、簡単化するために $f=0, \rho_r=0$ とする θ_r は吟味の結果次式のようにになる。

$$\rho_r = 0, f = 0, \theta_r = \frac{1}{2} \left(3\Psi + \sqrt{\Psi^2 + 32 \frac{180^\circ}{\pi} \Psi \cot \varphi_1} \right) \quad \dots\dots\dots (21)$$

ただし

$$\left. \begin{aligned} \sin \varphi_1 &= \sin \frac{11}{12}\Psi \sqrt{1 - \left(\frac{R_0}{d}\right)^2} + \frac{R_0}{d} \cos \frac{11}{12}\Psi \\ \cos \varphi_1 &= \cos \frac{11}{12}\Psi \sqrt{1 - \left(\frac{R_0}{d}\right)^2} - \frac{R_0}{d} \sin \frac{11}{12}\Psi \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (22)$$

例えば $\Psi=20^\circ, f=0$ を指定して各 R_0/d に対する $\rho_r=0$ の θ_r を求めたものを図5に示す。 R_0 を小さくすると θ_r が急に増加し、 $\theta_r=120^\circ$ の場合 $R_0/d > 0.55$ にななければならない。

もし $f \neq 0$ のときの θ_r を求めれば次の3次式となる。

$$\begin{aligned} &\theta_r^3 - 3\Psi\theta_r^2 \\ &+ \frac{\Psi \left(2\Psi \sin \varphi_1 - 3\Psi \frac{f}{d} - 8 \frac{180^\circ}{\pi} \cos \varphi_1 \right)}{\sin \varphi_1 - f/d} \theta_r \\ &+ \frac{f}{d} \Psi^3 = 0 \quad \dots\dots\dots (23) \end{aligned}$$

ただし

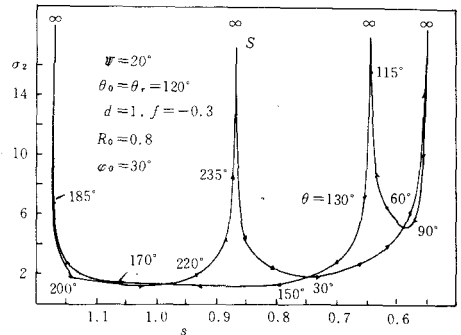


図4 従動節上の σ_2

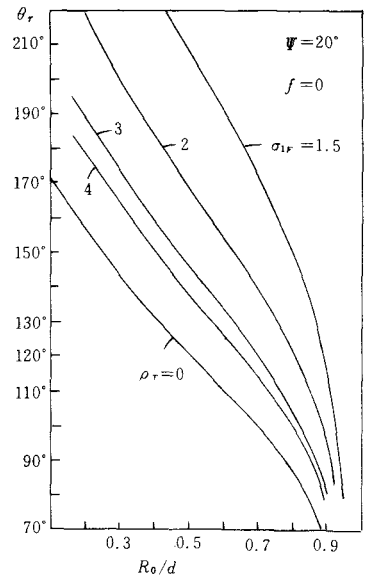


図5 $\rho_r = 0$ と σ_{1F} を指定した場合の R_0/d に対する θ_r

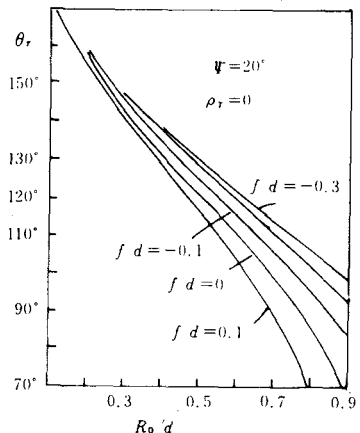


図6 $\rho_r = 0$ の場合の各 f に対する R_0 と θ_r の関係

$$\left. \begin{aligned} \sin \varphi_1 &= \sin \frac{11}{12} \Psi \sqrt{1 - \left(\frac{R_0 + f}{d} \right)^2} + \frac{R_0 + f}{d} \cos \frac{11}{12} \Psi \\ \cos \varphi_1 &= \cos \frac{11}{12} \Psi \sqrt{1 - \left(\frac{R_0 + f}{d} \right)^2} - \frac{R_0 + f}{d} \sin \frac{11}{12} \Psi \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (24)$$

例えば $\Psi = 20^\circ$, $f/d = -0.3 \sim +0.1$ を与え, 各 R_0/d に対する θ_r を求めたものを図6に示す。図から $\theta_r = 120^\circ$ の場合 f を+側にとった方が R_0 を小さくすることができる。

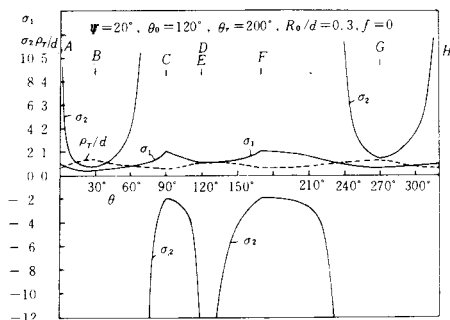


図7 $\theta_r = 200^\circ$ の場合の $\sigma_1, \sigma_2, \rho_T$

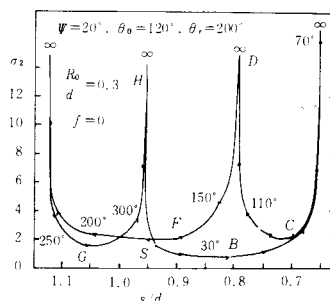


図8 図7のカムの従動節上の σ_2

5. 2 σ_{1F} の指定

F点のカムの滑り率を σ_{1F} とすれば式(16),(17),(15)から $f=0$ として, θ_r を求めれば, 吟味の結果次式が得られる。

$$f=0, \theta_r = \frac{(3\sigma_{1F} - 2)\Psi + \sqrt{\Psi^2 \sigma_{1F}^2 + 32\sigma_{1F}(\sigma_{1F} - 1)} - \frac{180^\circ}{\pi} \Psi \cot \varphi_1}{2(\sigma_{1F} - 1)} \dots\dots\dots (25)$$

ただし φ_1 は式(22)を用いる。

例えば $\Psi = 20^\circ$, $f=0$, $\sigma_{1F} = 1.5 \sim 4$ の場合の θ_r を各 R_0/d について求めたものを図5に示す。図から σ_{1F} を小さくするためには R_0 か θ_r を大きくせねばならぬ。例えば $R_0/d = 0.3$ のとき $\theta_r = 200^\circ$ とすれば $\sigma_{1F} \approx 2$ となる。そこで $\theta_0 = 120^\circ$ として上のデータで $\sigma_1, \sigma_2, \rho_T/d$ を求めたものを図7に示す。図から σ_{1max} は小さい。図8は平板従動節上に σ_2 を示したもので, $\sigma_2 = \infty$ がほぼ等間隔に生じた。

§ 6 戻り行程の ρ_{Tmin} と σ_{1max}

6. 1 θ_r による変化 ($f=0$)

F点における ρ_T と σ_{1F} は ρ_{Tmin} と σ_{1max} を与えないので例えば $\Psi = 20^\circ$, $\theta_0 = 120^\circ$, $f=0$, $R_0/d = 0.3$, $\theta_r = 140^\circ \sim 200^\circ$ の場合の戻り行程のEF間の式(6)を式(15),(17),(16)に代入して ρ_T と σ_1 を θ について求めたものを図9 (a), (b) に示す。図からF点の ρ_T と ρ_{Tmin} の差は余りないが, θ_r が 150° より小さいと ρ_{Tmin} が負となる。 σ_{1F} と σ_{1max} は θ_r が小さいときすなわち 160° 以下ではかなり異なる。 $\theta_r = 150^\circ$ のとき $\sigma_1 \approx 13.6$ となる。 σ_{1max} が7以上になるとカムの輪郭に明らかな角を生ずる。 ρ_{Tmin} と σ_{1max} の θ の値は僅かに異なって一致しない。

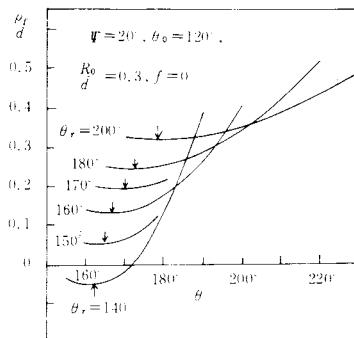


図9(a) 戻り行程の ρ_{Tmin}

図10は $\Psi=20^\circ, f=0$ を指定し、 $R_0/d=0.1\sim 0.8$ の場合の各 θ_r に対する $\rho_{r\min}, \sigma_{1\max}$ を求めたもので $\rho_{r\min}$ は θ_r が大きい程、 R_0 が大きい程大となり、 $\sigma_{1\max}$ は θ_r が小さくなると急増する。

6. 2 Ψ による変化 ($f=0$)

例えば $\theta_0=120^\circ, \theta_r=160^\circ$, $R_0/d=0.3, f=0$ の場合、 $\Psi=10^\circ\sim 23^\circ$ を指定した場合の FG 間の σ_1 の変化を θ について求めたものを図11に示す。 $\Psi=20^\circ$ のとき $\sigma_{1\max} \div 5.2$ であるが $\Psi=23^\circ$ で $\sigma_{1\max} \div 12.1$ となるので、揺動角 Ψ の大きい場合は余程 θ_r を大きくとるが R_0 を大きくせねばならない。

6. 3 $f \neq 0$ の場合

例えば $\Psi=20^\circ, R_0/d=0.5$ を指定し、 $f/d=-0.1\sim 0.4$ の場合の FG 間の $\sigma_{1\max}$ を各 θ_r に対して求めるには、これらの値を式(6),(15),(17),(16)に代入して繰返し計算すれば求まり、その結果を図12に示す。図から f を + 側に増す程、また θ_r を増す程 $\sigma_{1\max}$ は減少し、 θ_r の僅かの減少で $\sigma_{1\max}$ は急増する。

次に $\theta_r=160^\circ, R_0/d=0.4, 0.5$ のときの $\Psi=10^\circ\sim 30^\circ$ の場合の f に対する $\sigma_{1\max}$ を求めたものを図13に示す。 Ψ に対し、 R_0 が小さい程 f が負で、大となる程 $\sigma_{1\max}$ の値は増す。

図14は $\sigma_{1\max}=3, \Psi=20^\circ, f/d=-0.2\sim 0.4$ の場合の各 θ_r に対する R_0/d を求めたもので、 R_0 を小さくするには θ_r を大にするが、 f を + 側に大きくすればよい。

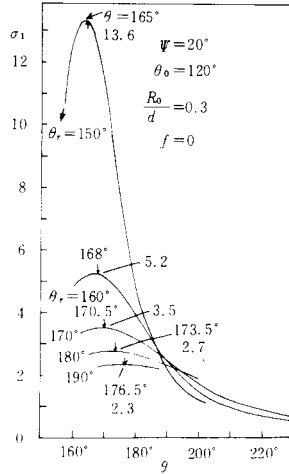


図9 (b) 戻り行程の $\sigma_{1\max}$

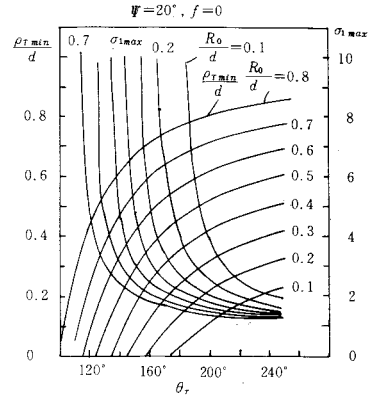


図10 θ_r と R_0 による $\rho_{r\min}$ と $\sigma_{1\max}$

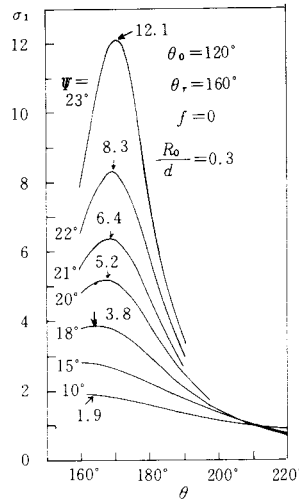


図11 Ψ の変化による σ_1

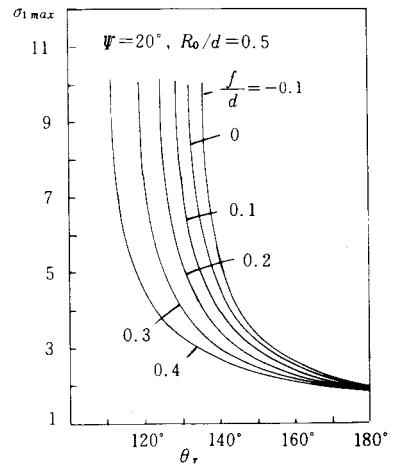


図12 $f \neq 0$ の θ_r による $\sigma_{1\max}$

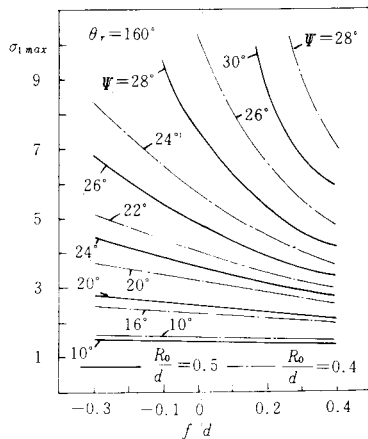


図13 Ψ と f による $\sigma_{1\max}$

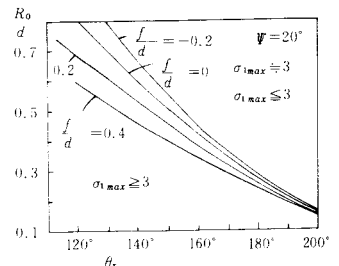


図14 $\sigma_{1\max}, \Psi$ を指定し各 f に対する θ_r と R_0 の関係

§ 7 往き行程の θ_0 による σ_{1max}

図3, 7において $\theta_0=120^\circ$ のため往き行程中の σ_{1max} は小さい値であったが, 例えば $\theta_0=90^\circ$ のように小さくした場合 $\Psi=20^\circ, R_0/d=0.4, f=0, \theta_r=165^\circ, \theta_d=0$ のときの $\rho_T/d, \sigma_1, \sigma_2$ を図15に示す。図から明らかに往き行程の CD 間において σ_{1max} が存在する。

7. 1 $f=0$ の場合

図16は $\Psi=20^\circ, f=0$ で $\theta_0=40^\circ \sim 140^\circ, R_0/d=0.2 \sim 0.8$ の場合の σ_{1max} の値を示す。 θ_0 が大きく, R_0/d が大きい程 σ_{1max} は小さくなり, 同じ R_0/d の場合 θ_0 の減少に対し σ_{1max} の急増が見られる。

7. 2 $f \neq 0$ の場合

図17は $\sigma_{1max} \approx 3$ で $\Psi=20^\circ$ の場合, $\theta_0=40^\circ \sim 130^\circ, f/d=-0.2 \sim 0.4$ の R_0/d を示す。同じ θ_0 のときは f を+側に大きくする程, 同じ f に対しては θ_0 を大きくする程, R_0/d は小さくできるのでカムを小さくし得る。 θ_0 が小さい場合は f を大きくする必要がある。

§ 8 最大角加速度

図1より往き行程において B, C 点すなわち $\theta=\theta_0/4, 3\theta_0/4$ において, 戻り行程では F, G 点すなわち $\theta=\theta_0+\theta_d+\theta_r/4, \theta_0+\theta_d+3\theta_r/4$ において最大角加速度を生ずる。よって

$$B, C \text{ 点 } \frac{d^2 \varphi_1}{d\theta^2} = \pm \frac{8 \times 180^\circ \Psi}{\pi \theta_0^2},$$

$$F, G \text{ 点 } \frac{d^2 \varphi_1}{d\theta^2} = \mp \frac{8 \times 180^\circ \Psi}{\pi \theta_r^2}$$

となる。これから次式が得られる。

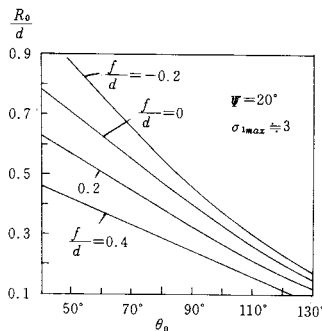


図17 $\sigma_{1max} \approx 3$ の各 f と θ_0 による R_0/d

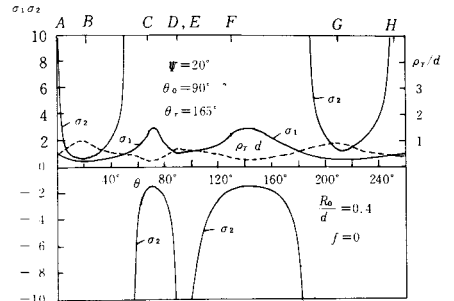


図15 θ_0 の小さい場合の $\rho_T/d, \sigma_1, \sigma_2$

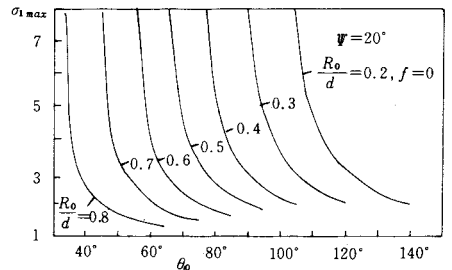


図16 $f=0$ のときの各 θ_0 による σ_{1max}

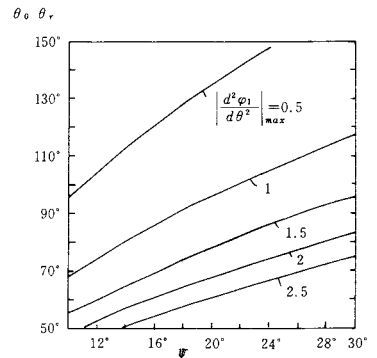


図18 $|d^2 \varphi_1 / d\theta^2|_{max}$ を指定した場合の Ψ と $\theta_0 (\theta_r)$

$$\theta_0(\theta_r) = \sqrt{\frac{8 \times 180^\circ \Psi}{\pi |d^2 \varphi_1 / d\theta^2|}} \quad \dots\dots\dots (26)$$

図18は例えば $|d^2 \varphi_1 / d\theta^2|_{\max} = 0.5 \sim 2.5$ を指定し、各 Ψ に対する $\theta_0(\theta_r)$ を求めたもので、 Ψ が一定の場合 $\theta_0(\theta_r)$ が減少する程、 $\theta_0(\theta_r)$ が一定の場合 Ψ が増す程、 $|d^2 \varphi_1 / d\theta^2|_{\max}$ は増加する。

図19は $\Psi = 10^\circ \sim 30^\circ$ における $\theta_0(\theta_r)$ に対する $|d^2 \varphi_1 / d\theta^2|_{\max}$ を求めたもので、 $\theta_0(\theta_r)$ が小さくなる程、 Ψ が増す程 $|d^2 \varphi_1 / d\theta^2|_{\max}$ が大となる。

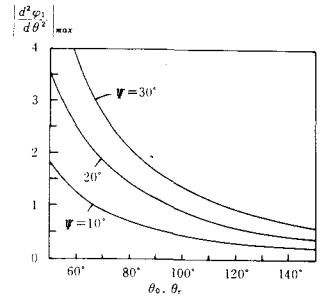


図19 Ψ を指定した場合の $|d^2 \varphi_1 / d\theta^2|_{\max}$ と $\theta_0(\theta_r)$

§ 9 最大押進め角

往き行程における押進め角 ϕ を求めるには式(1)～(3)を式(13)

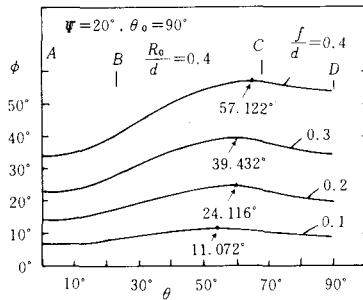


図20 $\Psi, R_0/d, f/d, \theta_0$ を指定した ϕ

に代入すれば求められるが $f=0$ の場合は $\phi=0$ である。例えば $\Psi=20^\circ, \theta_0=90^\circ, R_0/d=0.4, f/d=0.1 \sim 0.4$ の場合の ϕ を図20に示す。図から始点より終点の ϕ が大きく、C点の少し前で ϕ_{\max} となることがわかり、 f が大きいと ϕ_{\max} は大で、 $f/d=0.3$ で $\phi_{\max} \approx 40^\circ$ となるので f は大きくできない。

θ_0 の影響を調べるために例えば $\Psi=20^\circ, R_0/d=0.4, f/d=0.3$ として、 $\theta_0=60^\circ \sim 180^\circ$ の場合の ϕ を求めたものを図21に示す。図から θ_0 が小さい程 ϕ_{\max} が大となるが、 θ_0 が充分大きいと、 ϕ_{\max} と終点の ϕ_D とは余り変らない。

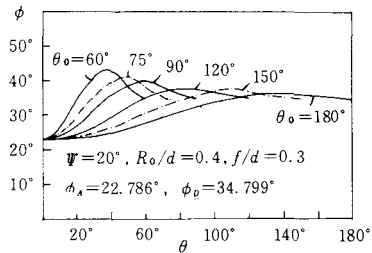


図21 $\Psi, R_0/d, f/d$ を指定した各 θ_0 に対する ϕ

9. 1 往き行程の終点 D の押進め角 ϕ_D

終点 D においては式(3)より、 $\varphi = \Psi, \varphi_1 = \varphi_0 + \Psi, d\varphi_1/d\theta = 0$ から次式が得られる。

$$\phi_D = \tan^{-1} \frac{f/d}{\cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{R_0 + f}{d} \right) + \Psi \right\}} \quad \dots\dots\dots (27)$$

今 $\Psi=20^\circ, R_0/d=0.2 \sim 0.8$ を与え各 f に対する ϕ_D を求めれば図22のようになる。 f, R_0 を大にする程 ϕ_D が大となることがわかる。

式(27)を変形して f/d を求めれば吟味の結果次式が得られる。

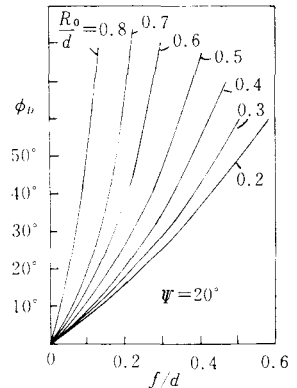


図22 往き行程の終点の ϕ_D

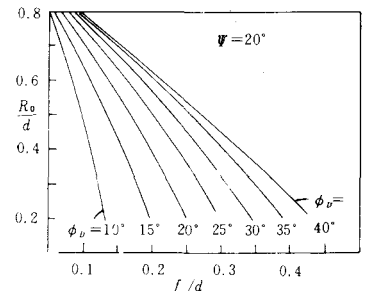
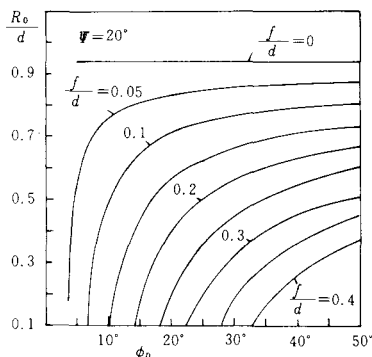


図23 $\Psi, \phi_D, R_0/d$ を指定した f/d

$$\frac{f}{d} = \frac{-(1 + \sin \Psi \cot \phi_D) R_0/d + \cos \Psi \sqrt{1 + 2 \sin \Psi \cot \phi_D + \{1 - (R_0/d)^2\} \cot^2 \phi_D}}{1 + 2 \sin \Psi \cot \phi_D + \cot^2 \phi_D} \quad \dots\dots (28)$$

図24 $\Psi, f/d$ を指定した ϕ_D と R_0/d

この式は例えば $\Psi = 20^\circ, \phi_D = 10^\circ \sim 40^\circ, R_0/d = 0.2 \sim 0.8$ を代入して f/d を求めれば図23が得られる。これから $\phi_D = 30^\circ$ の場合 R_0 を大にすれば f を小さくしなければならぬ。

次に式(27)から R_0/d を求めれば吟味の結果次式が得られる。

$$\frac{R_0}{d} = -\frac{f}{d} (1 + \sin \Psi \cot \phi_D) + \cos \Psi \sqrt{1 - \left(\frac{f}{d}\right)^2 \cot^2 \phi_D} \quad \dots\dots (29)$$

例えば $\Psi = 20^\circ, f/d = 0 \sim 0.4, \phi_D = 5^\circ \sim 50^\circ$ を与えて R_0/d を求めれば図24が得られる。図から ϕ_D が小さい所では僅かな変化で R_0/d が大きく変わることがわかる。

9. 2 最大押進め角 ϕ_{max}

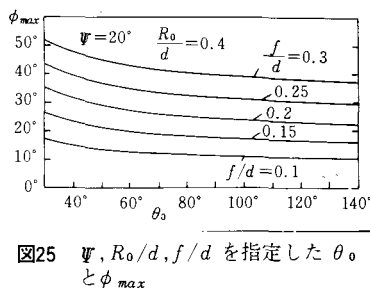
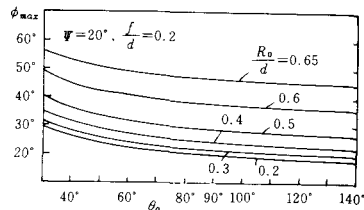
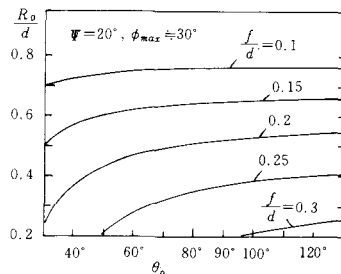
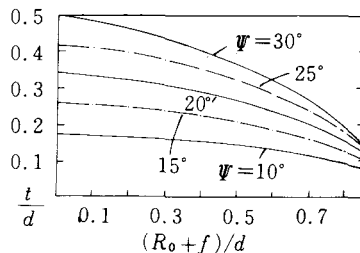
電算機による繰返し計算により, $\Psi = 20^\circ, R_0/d = 0.4, f/d = 0.1 \sim 0.3$ の場合の θ_0 と ϕ_{max} の関係を図25に示す。 f/d が大きい程, θ_0 が小さい程 ϕ_{max} は増加する。図26は $f/d = 0.2, R_0/d = 0.2 \sim 0.65$ の場合の θ_0 と ϕ_{max} の関係を示す。 R_0/d の増加により ϕ_{max} はかなり増す。

図27は $\Psi = 20^\circ, \phi_{max} \approx 30^\circ$ とし, $f/d = 0.1 \sim 0.3$ の場合の R_0/d と θ_0 の関係を示す。図から $\theta_0 = 90^\circ, f/d = 0.2$ のとき $\phi_{max} < 30^\circ$ にするためには $R_0/d < 0.52$ であることがわかる。

§10 カムの高さ

カムの高さを t とすればカムの先端円の半径は $R_0 + t$ となり, $d \sin(\phi_0 + \Psi) = R_0 + t + f$ となるので, t は次式のようになる。

$$\frac{t}{d} = \sin \Psi \sqrt{1 + \left(\frac{R_0 + f}{d}\right)^2} - \frac{R_0 + f}{d} (1 - \cos \Psi) \quad \dots\dots (30)$$

図25 $\Psi, R_0/d, f/d$ を指定した θ_0 と ϕ_{max} 図26 $\Psi, f/d$ を指定した各 R_0/d に対する θ_0 と ϕ_{max} 図27 Ψ と ϕ_{max} を指定したときの各 f/d に対する θ_0 と R_0/d 図28 Ψ を指定した $R_0 + f$ と t との関係

例えば $\Psi=10^\circ \sim 30^\circ$ を指定し $(R_0+f)/d$ に対する t/d は図28のようになる。これから Ψ が大きい程, R_0+f が小さい程 t が大となることがわかる。

§ 11 カムの輪郭と接触点の軌跡

カムの輪郭と接触点の軌跡はそれぞれ式(10), (12)で与えられる。図29は $\Psi=20^\circ$, $R_0/d=0.5$, $f/d=0.2$, $\theta_0=60^\circ$, $\theta_r=150^\circ$, $\theta_d=0^\circ$ の場合の従動節の運動とカムの滑り率 σ_1 を示し、図30は

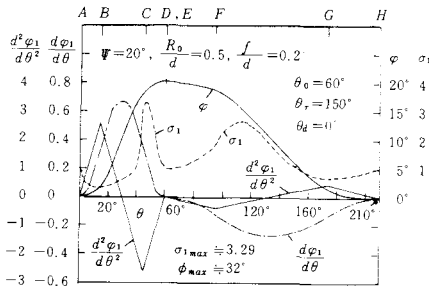


図29 従動節の運動と σ_1

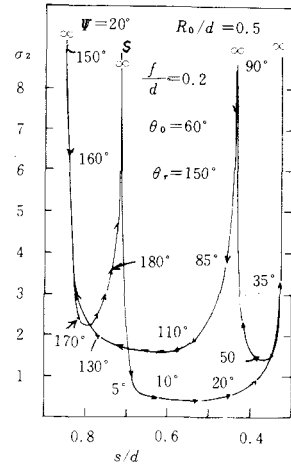


図30 従動節上の σ_2

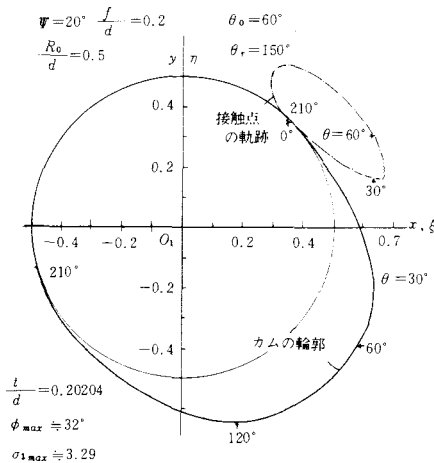


図31 図29のカムの輪郭と接触点の軌跡

従動節上に σ_2 を示す。接触の両端と途中に2カ所 $\sigma_2=\infty$ の所を生ずる。図31はこのデータにおけるカムの輪郭と接触点の軌跡を示す。

図32～34はそれぞれ $\Psi=20^\circ$, $R_0/d=0.4$, $f=0$, $\theta_0=90^\circ$, $\theta_r=165^\circ$, $\theta_d=0^\circ$ の従動節の運動と σ_1 , 従動節上の σ_2 , カムの輪郭と接触点の軌跡を示す。

図35～37は上の例の $f/d=0.2$ とした場合で σ_{1max} が少し小さく、カムの大きさが少し小さくなる。

図31, 34, 37はいずれも滑らかな形となり、接触点の軌跡は卵形である。

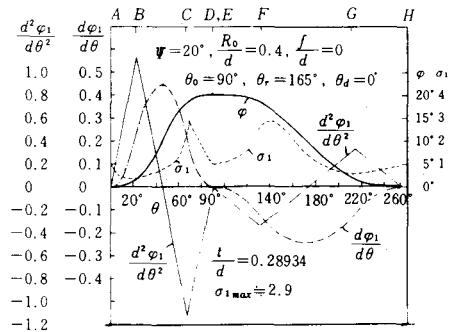


図32 従動節の運動と σ_1

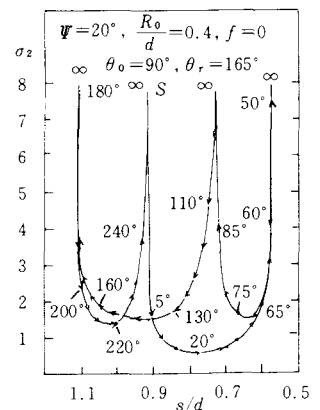


図33 従動節上の σ_2

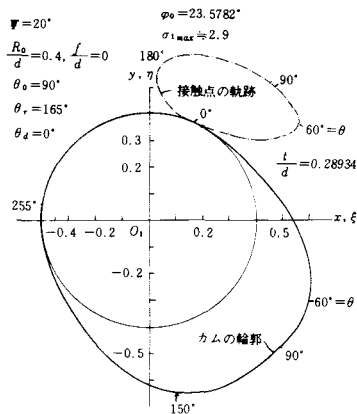


図34 図32のカムの輪郭と接触点の軌跡

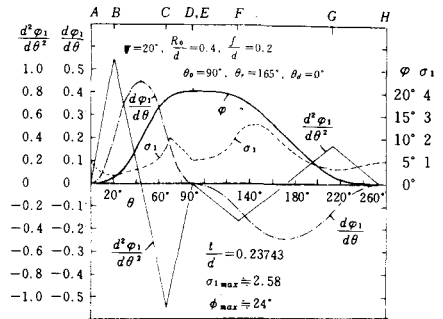
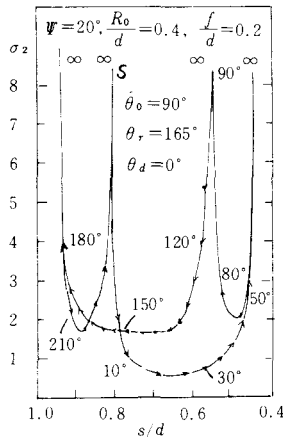
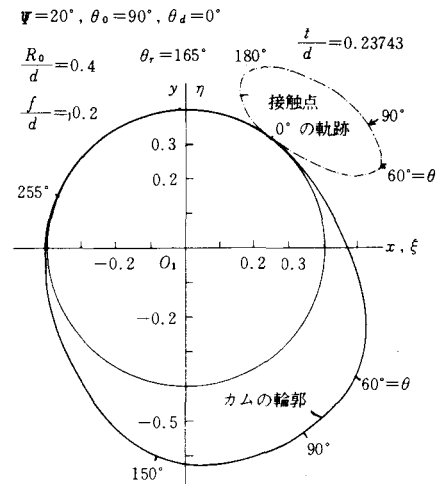
図35 従動節の運動と σ_1 図36 従動節上の σ_2 

図37 図35のカムの輪郭と接触点の軌跡

§ 12 結 論

以上により平板従動節の揺動等2次角加速度カムにおいて次のような結論が得られた。

- (1) 往き行程と戻り行程のカムの回転角を等しくした場合は 120° 以上にしなければカム上の滑り率上好ましくない。
- (2) カムを外向きに回転する場合は両行程上の σ_{1max} を同じ程度にすると戻り行程のカムの回転角を往きのそれよりも約倍にする必要がある。
- (3) 従動節を早戻りさせるためにはカムを内向きに回転する。すなわち本研究の往きと戻り行程を逆ににする必要がある。
- (4) 従動節のかたより量 f を+側に大きくすると σ_{1max} は小となるが、 ϕ_{max} が大となり過ぎるので $f/d < 0.3$ が望ましい。
- (5) 基礎円半径 R_0 は小さい方がカムが小さくなって好ましく、 ϕ_{max} も小さくなるが、 θ_r を大きくせねば σ_{1max} が非常に大となるので、 θ_r によって R_0 を決定せねばならない。
- (6) 両行程のカムの回転角を大きくすれば最大角加速度は小となる。
- (7) 揺動角 ψ が大きい場合は R_0 を大にするか、 f を+側に大きくして σ_{1max} を小さくせねばならぬ。

参 考 文 献

- 1) 糸島寛典：揺動等 2 次角加速度カムの滑り率の研究（第 1 報）呉高専研究報告，8 - 2，1973。
- 2) 糸島寛典，野原稔：単弦運動カムの滑り率の研究（第 1 報）呉高専研究報告，7 - 1，1971。

（昭和52年10月31日受付）

店 舗 用 光 源 の 考 察

(電気工学科) 原 田 一 彦

Researches into Light Sources for Stores

Kazuhiko HARADA

Store lighting is very important because it directly influences upon financial results of business. So, recently, fluorescent lamps which could show the meat efficiently were developed.

This research made an investigation on the lighting that shows the green of vegetables(salad) better by using singly or jointly fluorescent lamps which were on the market.

The following results were obtained :

The way that lighting from equal distances by fluorescent lamps of D-SDL type (National) and EDL. 50 type (National) shows the green most efficiently.

And next way of lighting which the distance ratio is 2 : 1 from D-SDL type and EDL. 42 type (National) is second best.

The colour temperature both of it was about 5700K.

§ 1 緒 言

店舗照明は、ディスプレイ照明の高度な技術を活用している。それは、営業成績に直接影響するからである。商品等も都会と地方との差がなくなり、共通的な物が多くなった現状では、店舗のディスプレイおよび照明等で特長あるふんい気を作り出すことが大切である。それにより、多くの人達を注目させ、結果的には購買欲を刺激させることにならなければ、その店舗の繁栄はないわけである。店舗照明用光源としては、白熱電球（よう素電球を含む）とけい光ランプの二種がすべて占めているがこのことは、将来も大きな変化はないと考えられる。現在の店舗照明は、これら二種の光源を単独、あるいは併用して、目的物にふさわしい照明方法を実施している。このことについては、既に報告がなされている¹⁾。

最近、主として食肉を効果的に見せるけい光ランプが開発された^{2),3)}。その一つは、演色評価数のR_{牛肉}が81である。食料品は、食肉以外にも重要な物がある。本研究は、緑色で代表される野菜を主体としたランプについて検討したものである。

§ 2 実験および考察

30才から50才までの主婦5名を被験者とし、スーパーの食料品売場で最も印象的な色について、アンケートで調査したところ、緑色が1位であった。そして、それ以外の色については、まちまちの結果がでた。次に、10月上旬、呉市内スーパー・ストア4店の食料品売場について、同一被験者による実際の調査をした。その結果は、1位はアンケートと同じ緑色で、2位は黄色であった。黄色は、調査が、早生種のみかんが市場に出始めた時期であったのが影響しているようである。これにより、

食料品といえば、すぐ野菜が連想され緑色が頭に浮んでくる。その他の色は、その時期に初めて市場に出廻る食料品の色で左右されることがわかった。

白熱電球は効率が低く、野菜の鮮度を熱で低下させるので好ましくない。したがって、光源はけい光ランプが検討の対象となる。そこで、今回は、けい光ランプで照明した緑色の野菜が効果的に見える場合の実験を行なった。秋の野菜は、サラダ菜で代表されるような薄緑色が多いので、プランターに植えたサラダ菜を採用した。これは、10GY 6.5/6 程度の色彩である。

これを、市販されている一般照明用けい光ランプ、すなわち、昼光色、白色、温白色およびこれらの自然色ならびに高演色性のランプ（ナショナル製品）の9種類を単独、あるいは2灯の併用で照明し、前記5名の被験者に評価させた。スーパー・ストアー4店の野菜売場の平均照度が800lxであったので、実験も800lxの一定に保った。2灯を併用する場合は、等距離に置いた場合と、1:2の距離の差に置いた場合について実施した。全般照明には白色けい光ランプを使用するのが普通であるから、測定は、白色けい光ランプで全般照明（照度120lx）をした室内で行ない、途中で休憩をし、また、ランプは光色のかなり異なるものを前後に使用して評価の判断が容易にできるよう配慮した。

被験者に、多くの組合せによる照明方法のうち、サラダ菜の色彩が評価の対象外となる悪いものを除外させ、残りの組合せについて再評価をさせて10種類を選出させ、この10種類について、5段階評価法で評価をさせた。

その結果、最も効果的な見え方と評価されたのが、自然色（D-SDL, 6500K）と高忠実自然昼白色（EDL・50, 5000K）のランプを等距離に置いて照明した場合で、次は自然色と高忠実自然白色（EDL・42, 4200K）を2:1の割合の距離に置いて照明した場合であった。色温度は、どちらも約5700Kであった。

図1は⁴⁾、本実験に使用したけい光ランプの分光分布を示すものである。これからわかるように、演色性の改善されていないランプの単独使用は、赤色の比エネルギーが少ないためくすんで見える。逆に、高演色性ランプの単独使用は、演色性が平均して良好であるため、緑色が特別に良いということにならず、アクセントとはならない。最も効果的と評価された自然色と高忠実自然昼白色の組合せは、ともに500nm前後の緑色の分光エネルギーが一番多く、自然色と高忠実自然白色がそれに続いて多いことがわかる。また、演色性を改善されたけい光ランプであるから、赤の分光エネルギーが多い

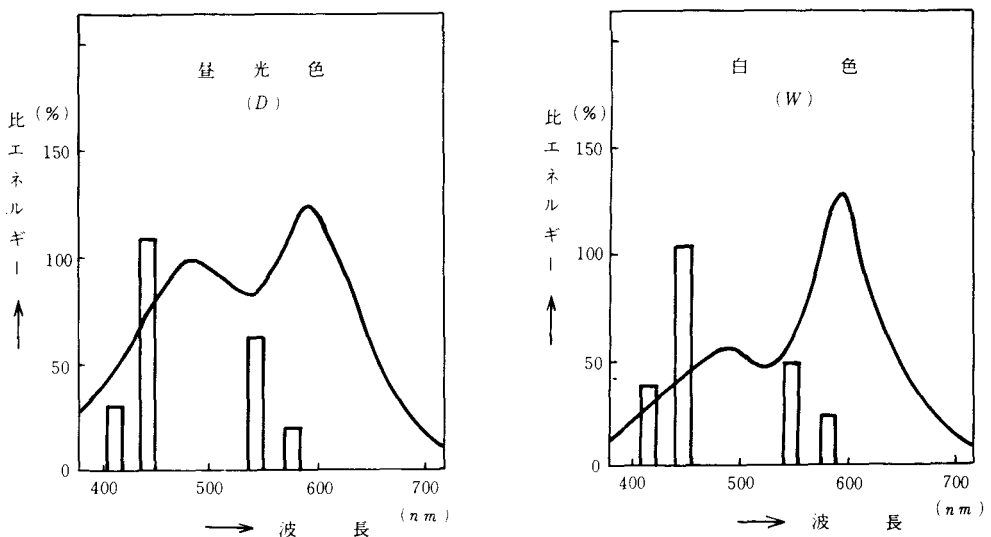


図1 けい光ランプの分光分布

ことも注目される。これらのことは、 600nm から 550nm 前後の黄色および黄緑色の分光エネルギーが多いことになり、サダダ菜が効果的に見える原因となっている。なお、 600nm 前後の分光エネルギーは、全般照明に使用した白色けい光ランプが若干影響しているものと考えられる。

図2⁵⁾は各種けい光体の分光分布図である。物体が好ましく見えるためには、照明された物体の色が、その物体の記憶的に近いほどよい⁶⁾。また、この記憶色は、その物体固有の色より彩度の高い方向へずれているという発表⁷⁾があり、このことは、肉食品で確認されている。野菜は、緑色にアクセントをおくことは当然であるが、一つの野菜で、2色またはそれ以上の色で構成されている場合もあるので、緑色以外の色も演色性が良好でなければならない。

これらのことを考慮に入れて、ひ酸マグネシウムとけい酸亜鉛の使用を中心に検討すれば、緑色を主とした野菜照明用のけい光ランプの開発は可能であると考えられる。

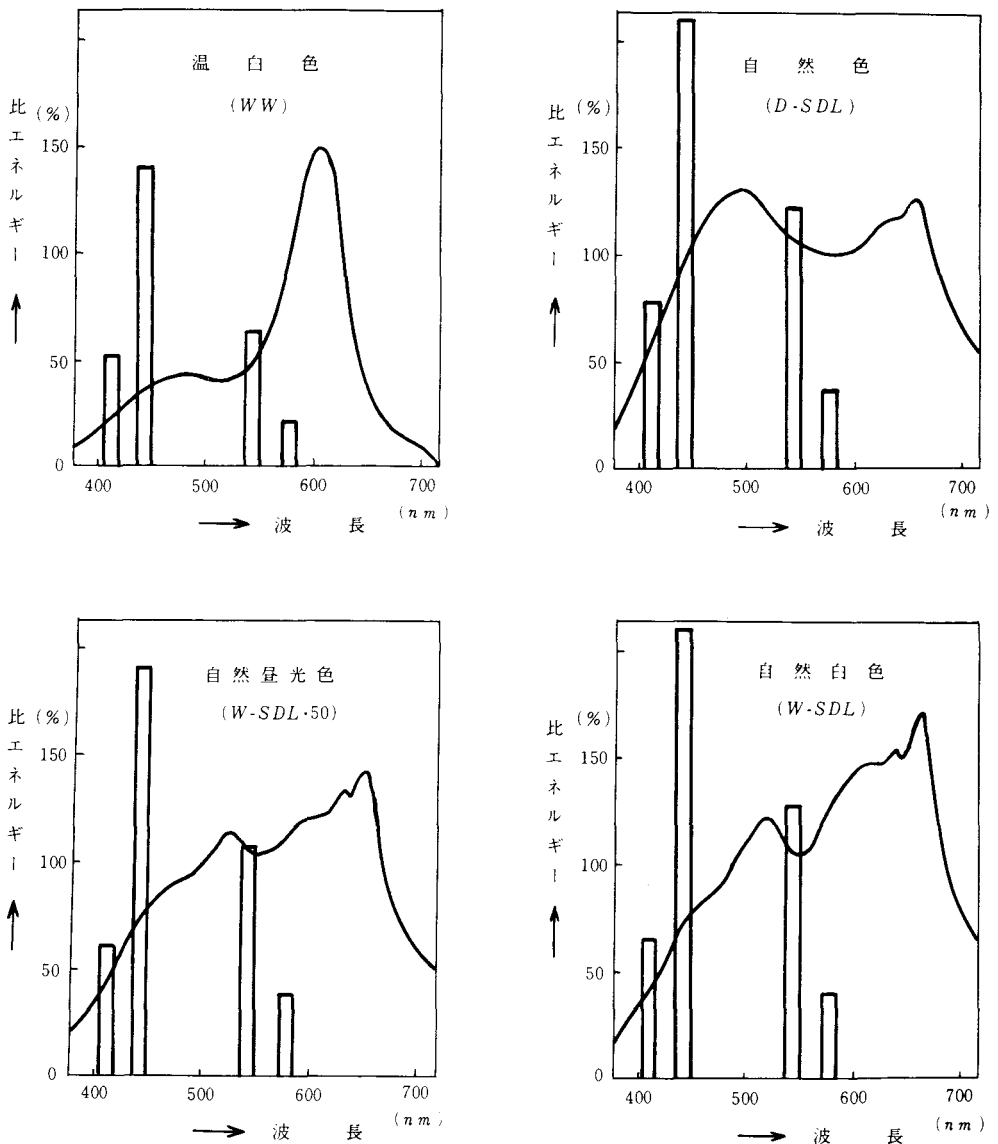
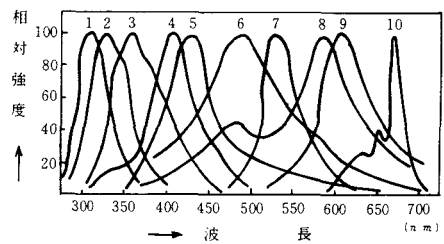
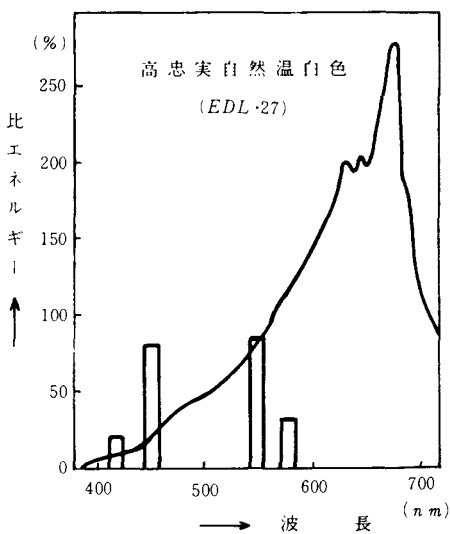
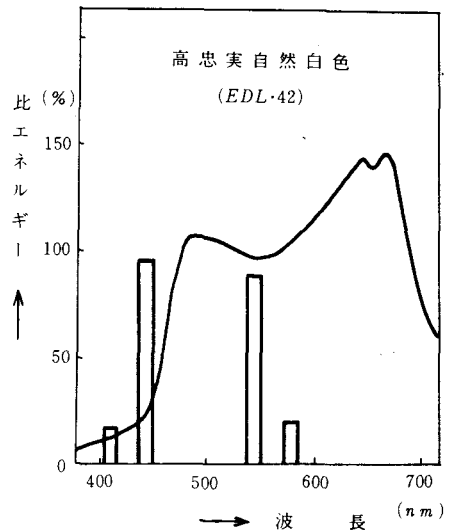
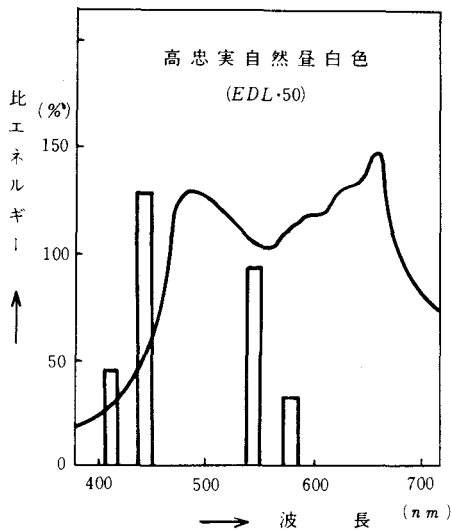


図1 けい光ランプの分光分布



1. リン酸カルシウム亜鉛
2. リン酸カルシウム
3. けい酸バリウム
4. ひ酸マグネシウム カルシウム
5. タングステン酸カルシウム
6. ハロリンひ酸カルシウム
7. けい酸亜鉛
8. ハロリンひ酸カルシウム
9. けい酸カルシウム
10. ひ酸マグネシウム

図1 けい光ランプの分光分布

図2 各種けい光体の分光分布

§ 3 結 言

緑色で代表される野菜(サラダ菜)が、最も効果的に見える照明を現在市販されているけい光ランプを使用して検討したが、赤および緑色の分光エネルギーの多い光色が有効であることがわかった。しかし、食肉などと異なり、緑色の単色とは限らないので他の色の見え方のバランスを考慮に入れる必要があろう。今後このような目的で、けい光ランプが開発されることが期待される。

最後に、長時間測定に協力して下さった被験者の方々に厚く感謝する。

参 考 文 献

- 1) たとえば, 原田 : 呉高専研究報告 13巻1号 97
- 2) 狩野他 : 昭和52年照明学会全国大会講演論文集 3
- 3) 永淵他 : 昭和52年照明学会全国大会講演論文集 4
- 4) 松下電工カタログ : C-15L 2
- 5) 小堀富次雄 : 照明システム 73
- 6) C. T. Bartsen : J. Opt. Soc. Amer. 50
- 7) C. W. Jerome : J. IES, 1 (1972) 208

(昭和52年10月31日受付)

弾性梁で支持されている一方向連続板の研究

(土木工学科) 丸 上 晴 朗

A Study on One Way Continuous Rectangular Plates with Elastic Supports

Seirō MARUGAMI

It is generally acknowledged that the design method of reinforced concrete slabs of highway bridges is not complete.

Main aim of this study is to present useful data for design of reinforced concrete slabs of highway bridges. The equations of deflection surfaces of one way continuous plates which satisfy following conditions are derived in this study.

Conditions :

1. Beams which support plates are relatively flexible compared with the flexibility of plates.
2. The flexural rigidity of each beam is not same.
3. The load act on plates are uniformly distributed over the rectangular area.

§ 1 ま え が き

道路橋の鉄筋コンクリート床版 (R.C. 版と略記する) の設計は現在のところ普通の場合には、道路橋示方書 (1973年) の基準に従って行なわれている。しかし道路橋の R.C. 版はその強度の面について今でも問題になることが多く、各方面から研究されているところである。¹⁾

道路橋の R.C. 版の強度に関係する要素はいろいろあるが、なかでも通過自動車荷重は大きな関係をもっていることは言うまでもないことである。現在は設計自動車荷重なるものがあるにもかかわらず実際にはこれを大きく超過する自動車が少なくないというような話にならないようなこともあるが本文はこのような点について考えたものではない。

作用荷重の大きさをぬきにして設計法を考えるのは無意味なことであるが、設計荷重の大きさと実際の通過自動車荷重がよく一致したとしても現行の道路橋示方書の設計曲げモーメントの計算式誘導過程にはなお不十分な点のあることが各方面の研究から次のように要約できる。

その一は R.C. 版を直交異方性板として取扱わないで等方性板として取扱っている点。²⁾

その二は R.C. 版を支持している梁の不等たわみによって生ずる付加曲げモーメントを考慮していない点。^{3,4)}

その三は輪荷重の分布の仕方に関する点⁵⁾

その二の点に関する研究はかなりの数になるが R.C. 版を支持している梁の曲げ剛性についてはいずれの研究においてもすべての梁が同一曲げ剛性値をもつものとして計算がなされており、曲げ剛性が異なる例についての研究は管見の限り少ないようである。R.C. 版を支持している梁の曲げ剛性

が異なるとした場合における研究の第一段階の計算結果をここに報告する。

§ 2 弾性梁で支持されている一方向連続板の解法

一方向連続板の近似解法でない解析解について言えば板の形状が長方形である場合には、板の支承が弾性体である場合についても剛体である場合についてもすでに多くの研究者によってそれぞれ特徴のある諸解法⁶⁾が公表されている。いずれの方法によっても具体的な荷重を与えて板のたわみ曲面等を求めるには相当の計算が要求されるものである。

本文においては次のような仮定と方法によって弾性支承上の一方向連続板上に等分布荷重が載荷されたときの板のたわみ曲面等を求める。

解析上の基本的前提

1. 解析の対象とする板は図1に示すような3本の弾性梁 AF, BE, CD をもつ連続板とする。連続板としては一番簡単なモデルを設定する。
2. 現実の橋梁にあっては $AFF'A'$, $CC'D'D$ のような張出板をもつものが普通であるが、やはり条件を単純化するために板は張出部分をもたない2スパン連続の $ABCDEF$ を設定する。
3. 支承 ABC , FED は剛支承で沈下しないものとし板はこれらの支承で単純支持されているものとする。
4. 板は梁 AF , BE , CD 上で単純支持されているとし、かつ梁の反力は板に線状に作用するものとする。
5. 梁 AF , BE , CD は両端で単純支持されているとし、 AF , CD の曲げ剛性は相等しくて EI_A , BE のそれは EI_B とし、ねじり剛性はすべて無視できるとする。
6. 板 $ABCDEF$ は等方性板とし隅角部においても支承から浮き上がらないように支持されているとする。
7. 図1の荷重 L の内容は斜線で示す長方形領域に強度一定の分布荷重が作用しているとする。
8. 薄板の微小たわみ理論による。

解析の方法⁷⁾:

図1の連続板を次の図2のような2つの板に分けて考える。この分割した状態が元の連続板と力学

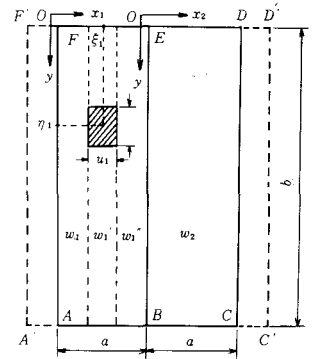


図1

$w_1 : 0 \leq x_1 \leq \xi_1 - \frac{1}{2}$ における板のたわみ面

$w_1' : \xi_1 - \frac{1}{2} \leq x_1 \leq \xi_1 + \frac{u_1}{2}$ "

$w_1'' : \xi_1 + \frac{u_1}{2} \leq x_1 \leq a$ "

$w_2 : 0 \leq x_2 \leq a$ "

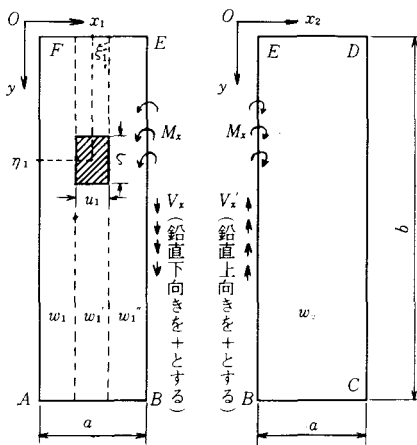
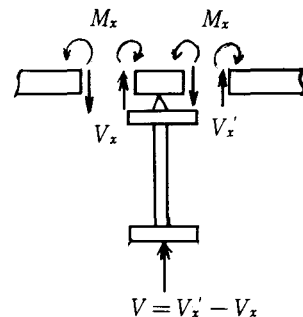


図2

(a)

(b)



(c)

$$V = V_x' - V_x$$

的に同等であるためには次の条件が成立すればよい。即ち図2 (a), (b) において BE 以外の3辺は元の状態と同じ単純支持にし, BE においては元の連続板における断面力を作用される。但し断面力のうちねじりモーメント M_{xy} はこれを同等なる鉛直方向のせん断力におきかえて取扱う。従って BE 断面に作用している断面力は曲げモーメント M_x と鉛直方向のせん断力 (反力) V_x の二つになる。

梁 BE のねじり剛性を考えないことから BE 断面に作用している曲げモーメント M_x は次のようになる。

$$M_x = -D \left(\frac{\partial^2 w_1''}{\partial x_1^2} + \nu \frac{\partial^2 w_1''}{\partial y^2} \right)_{x_1=a} = -D \left(\frac{\partial^2 w_2}{\partial x_2^2} + \nu \frac{\partial^2 w_2}{\partial y^2} \right)_{x_2=0} \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し, w_1'' は図2 (a) の $\xi_1 + u_1/2 \leq x_1 \leq a$ の領域, w_2 は図2 (b) の全領域における板のたわみ面を示す式である。 D , ν はそれぞれ板の曲げ剛性, ポアソン比を示す。

次に図2 (a), (b) の BE 断面に作用している反力 (鉛直方向のせん断力) V_x' について考えると, 梁 BE の反力 V が存在するので V_x, V_x' はそれぞれねじりモーメントの影響を含むので次のようになる。

$$V_x = -D \left\{ \frac{\partial^3 w_1''}{\partial x_1^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 w_1''}{\partial x_1 \partial y^2} \right\}_{x_1=a} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$V_x' = -D \left\{ \frac{\partial^3 w_2}{\partial x_2^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 w_2}{\partial x_2 \partial y^2} \right\}_{x_2=0} \quad \dots\dots\dots (3)$$

上の M_x, V_x, V_x' は未知量であるがいずれも y の関数であるので次のようにフーリエ正弦級数として表現できる。

$$M_x = \sum_{m=1}^{\infty} M_m \sin \frac{m\pi y}{b} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$V_x = \sum_{m=1}^{\infty} V_m \sin \frac{m\pi y}{b} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$V_x' = \sum_{m=1}^{\infty} V_m' \sin \frac{m\pi y}{b} \quad \dots\dots\dots (6)$$

これらの諸式のなかに含まれている M_m, V_m, V_m' は未知の係数である。

図2 (a), (b) の板のたわみ面は次式を満足するものである。

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{p(x, y)}{D} \quad \dots\dots\dots (7)$$

この式を満足するたわみ面は文献(8)の式(8)と(12)を求めたときと同様にして次のように表現できる。

$0 \leq x_1 \leq \xi_1 - u_1/2$ のときのたわみ面を w_1 として

$$w_1 = \sum_{m=1}^{\infty} \left(A_m \cosh \frac{m\pi x_1}{b} + B_m \frac{m\pi x_1}{b} \sinh \frac{m\pi x_1}{b} + C_m \sinh \frac{m\pi x_1}{b} + D_m \frac{m\pi x_1}{b} \cosh \frac{m\pi x_1}{b} \right) \sin \frac{m\pi y}{b} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$\xi_1 - u_1/2 \leq x_1 \leq \xi_1 + u_1/2$ のときのたわみ面を w_1' として

$$w_1' = \sum_{m=1}^{\infty} \left(a_m + A_m' \cosh \frac{m\pi x_1}{b} + B_m' \frac{m\pi x_1}{b} \sinh \frac{m\pi x_1}{b} + C_m' \sinh \frac{m\pi x_1}{b} + D_m' \frac{m\pi x_1}{b} \cosh \frac{m\pi x_1}{b} \right) \sin \frac{m\pi y}{b} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{但し, } a_m = \frac{4pb^4}{\pi^5 D} \frac{1}{m^5} \sin \frac{m\pi\eta_1}{b} \sin \frac{m\pi v_1}{2b} \dots\dots\dots (10)$$

であり(10)の p は分布荷重の荷重強度である。

$\xi_1 + u_1/2 \leq x_1 \leq a$ のときのたわみ面を w_1'' として

$$w_1'' = \sum_{m=1}^{\infty} \left(A_m'' \cosh \frac{m\pi x_1}{b} + B_m'' \frac{m\pi x_1}{b} \sinh \frac{m\pi x_1}{b} \right. \\ \left. + C_m'' \sinh \frac{m\pi x_1}{b} + D_m'' \frac{m\pi x_1}{b} \cosh \frac{m\pi x_1}{b} \right) \sin \frac{m\pi y}{b} \dots\dots\dots (11)$$

$0 \leq x_2 \leq a$ のときのたわみ面を w_2 として

$$w_2 = \sum_{m=1}^{\infty} \left(\overline{A}_m \cosh \frac{m\pi x_2}{b} + \overline{B}_m \frac{m\pi x_2}{b} \sinh \frac{m\pi x_2}{b} \right. \\ \left. + \overline{C}_m \sinh \frac{m\pi x_2}{b} + \overline{D}_m \frac{m\pi x_2}{b} \cosh \frac{m\pi x_2}{b} \right) \sin \frac{m\pi y}{b} \dots\dots\dots (12)$$

(8), (9), (11), (12)に含まれている $A_m, A_m', A_m'', \overline{A}_m$ 等は未知積分定数である。(4), (5), (6)の3未知数と16の未知積分定数が分れば断面力及びたわみ面が分り、板の問題が解けたことになる。これから以上の19個の未知数を求めなければならない。そのために19個の力学的条件式を考える。

力学的条件式：

1. 梁 AF の上 ($x_1=0$) において板の曲げモーメント $M_{x_1}=0$ である。
2. 梁 AF はたわむがこれは板の反力によってたわむのである。

w_1 と w_1' との境界線上 ($x_1=\xi_1-u_1/2$) において、

3. たわみ量の相等性,
4. x_1 方向におけるたわみ面の連続性,
5. x_1 方向の直交断面内に作用する曲げモーメントの相等性,
6. x_1 方向の直交断面内に作用するせん断力の相等性。

w_1' と w_1'' との境界線上 ($x_1=\xi_1+u_1/2$) において、

7. たわみ量の相等性,
8. x_1 方向におけるたわみ面の連続性,
9. x_1 方向の直交断面内に作用する曲げモーメントの相等性,
10. x_1 方向の直交断面内に作用するせん断力の相等性。

w_1'' と w_2 との境界線上 ($x_1=a, x_2=0$) において、

11. たわみ量の相等性,
12. x_1 方向におけるたわみ面の連続性,
13. x_1 方向の直交断面内に作用する曲げモーメントの相等性,
14. 梁 BE のたわみは板の反力による。
15. 梁 CD の上 ($x_2=a$) において板の曲げモーメント $M_{x_2}=0$ である。
16. 梁 CD のたわみは板の反力による。

17. BE 断面上に作用している反力 V_x, V_x' についてそれぞれ条件式が2つ成立するので、これで19の条件式ができる。よってこれを解けば(4), (5), (6), (8), (9), (11), (12)の式に含まれる合計19の未知数が求まり図1の状態にある連続板の問題は解けたことになる。

§ 3 連立一次方程式の作成

前節の1～17までの力学的条件を以下に具体的数式で表わす。

1. から以下の結果を得る。

$$M_{x_1} = -D \left(\frac{\partial^2 w_1}{\partial x_1^2} + \nu \frac{\partial^2 w_1}{\partial y^2} \right)_{x_1=0} = 0$$

に(8)の右辺を代入して計算すると、

$$\left(\frac{\partial^2 w_1}{\partial x_1^2} + \nu \frac{\partial^2 w_1}{\partial y^2} \right)_{x_1=0} = \sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{m\pi}{b} \right)^2 (A_m - \nu A_m + 2B_m) \sin \frac{m\pi y}{b} = 0$$

となり任意の y について成立するためには、

$$(1-\nu)A_m + 2B_m = 0 \quad \dots\dots\dots(13)$$

でなければならない。

2. から以下の結果を得る。

梁 AF のたわみ曲線は板のたわみ面に一致し、 AF の板の反力は

$$-D \left\{ \frac{\partial^3 w_1}{\partial x_1^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 w_1}{\partial x_1 \partial y^2} \right\}_{x_1=0}$$

となるから

$$\left(EI_A \frac{d^4 w_1}{dy^4} \right)_{x_1=0} = -D \left\{ \frac{\partial^3 w_1}{\partial x_1^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 w_1}{\partial x_1 \partial y^2} \right\}_{x_1=0}$$

が成立つ。この式に(8)の右辺を代入して計算すると、

$$\sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \sin \frac{m\pi y}{b} \left[EI_A \frac{m\pi}{b} A_m + D \left\{ (\nu-1)C_m + (\nu+1)D_m \right\} \right] = 0$$

となり任意の y について成立するためには、

$$EI_A \frac{m\pi}{b} A_m + D \left\{ (\nu-1)C_m + (\nu+1)D_m \right\} = 0 \quad \dots\dots\dots(14)$$

でなければならない。

3. から以下の結果を得る。

$w_1 = w_1'$ に(8), (9)を代入し

$$\frac{m\pi}{b} \left(\xi_1 - \frac{u_1}{2} \right) \equiv \beta_{1m} \quad \dots\dots\dots(15)$$

とおくと、

$$\begin{aligned} \sum_{m=1}^{\infty} \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ (A_m - A_m') \cosh \beta_{1m} + (B_m - B_m') \beta_{1m} \sinh \beta_{1m} \right. \\ \left. + (C_m - C_m') \sinh \beta_{1m} + (D_m - D_m') \beta_{1m} \cosh \beta_{1m} - a_m \right\} = 0 \end{aligned}$$

となり任意の y について成立するためには、

$$\begin{aligned} (A_m - A_m') \cosh \beta_{1m} + (B_m - B_m') \beta_{1m} \sinh \beta_{1m} + (C_m - C_m') \sinh \beta_{1m} \\ + (D_m - D_m') \beta_{1m} \cosh \beta_{1m} - a_m = 0 \quad \dots\dots\dots(16) \end{aligned}$$

でなければならない。

4. から以下の結果を得る。

$\partial w_1 / \partial x_1 = \partial w_1' / \partial x_1$ に(8), (9)を代入して $x_1 = \xi_1 - u_1/2$ をさらに代入すると

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ (A_m - A'_m) \sinh \beta_{1m} + (B_m - B'_m) \sinh \beta_{1m} \right. \\
+ (B_m - B'_m) \beta_{1m} \cosh \beta_{1m} + (C_m - C'_m) \cosh \beta_{1m} \\
\left. + (D_m - D'_m) \cosh \beta_{1m} + (D_m - D'_m) \beta_{1m} \sinh \beta_{1m} \right\} \frac{m\pi}{b} = 0$$

となり任意の y について成立するためには、

$$(A_m - A'_m) \tanh \beta_{1m} + (B_m - B'_m) (\beta_{1m} + \tanh \beta_{1m}) + C_m - C'_m \\
+ (D_m - D'_m) (1 + \beta_{1m} \tanh \beta_{1m}) = 0 \quad \dots\dots\dots (17)$$

でなければならない。

5. から以下の結果を得る。

$x_1 = \xi_1 - u_1/2$ 上で、

$$\frac{\partial^2 w_1}{\partial x_1^2} + \nu \frac{\partial^2 w_1}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 w'_1}{\partial x_1^2} + \nu \frac{\partial^2 w'_1}{\partial y^2}$$

であり、さらに 3. から $w_1 = w'_1$ であるので、

$$\frac{\partial^2 w_1}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 w'_1}{\partial y^2}$$

が成立する。よってこれら 2 つの式から次式が成立する。

$$\frac{\partial^2 w_1}{\partial x_1^2} = \frac{\partial^2 w'_1}{\partial x_1^2}$$

この式に(8),(9)を代入しさらに $x_1 = \xi_1 - u_1/2$ を代入すると、

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ (A_m - A'_m) \cos \beta_{1m} + (B_m - B'_m) (2 \cosh \beta_{1m} + \beta_{1m} \sinh \beta_{1m}) \right. \\
\left. + (C_m - C'_m) \sinh \beta_{1m} + (D_m - D'_m) (2 \sin \beta_{1m} + \beta_{1m} \cosh \beta_{1m}) \right\} \left(\frac{m\pi}{b} \right)^2 \\
= 0$$

となり任意の y について成立するためには、

$$(A_m - A'_m) + (B_m - B'_m) (2 + \beta_{1m} \tanh \beta_{1m}) \\
+ (C_m - C'_m) \tanh \beta_{1m} + (D_m - D'_m) (2 \tanh \beta_{1m} + \beta_{1m}) = 0 \quad \dots\dots\dots (18)$$

でなければならない。

6. から以下の結果を得る。

$x_1 = \xi_1 - u_1/2$ 上で、

$$-D \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\frac{\partial^2 w_1}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 w_1}{\partial y^2} \right) = -D \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\frac{\partial^2 w'_1}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 w'_1}{\partial y^2} \right)$$

であり、5. のときと同様にして次式が成立する。

$$\frac{\partial^3 w_1}{\partial x_1^3} = \frac{\partial^3 w'_1}{\partial x_1^3}$$

この式に(8),(9)を代入してさらに $x_1 = \xi_1 - u_1/2$ を代入すると、

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ (A_m - A'_m) \sinh \beta_{1m} + (B_m - B'_m) (3 \sinh \beta_{1m} + \beta_{1m} \cosh \beta_{1m}) \right. \\ \left. + (C_m - C'_m) \cos \beta_{1m} + (D_m - D'_m) (3 \cosh \beta_{1m} + \beta_{1m} \sinh \beta_{1m}) \right\} \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \\ = 0$$

となり、任意の y について成立するためには、

$$(A_m - A'_m) \tanh \beta_{1m} + (B_m - B'_m) (3 \tanh \beta_{1m} + \beta_{1m}) \\ + (C_m - C'_m) + (D_m - D'_m) (3 + \beta_{1m} \tanh \beta_{1m}) = 0 \quad \dots\dots\dots (19)$$

でなければならない。

7. から以下の結果を得る。

$w_1' = w_1''$ に(9),(11)を代入し、

$$\frac{m\pi}{b} \left(\xi_1 + \frac{u_1}{2} \right) \equiv \gamma_{1m} \quad \dots\dots\dots (20)$$

とくと、

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ (A'_m - A''_m) \cosh \gamma_{1m} + (B'_m - B''_m) \gamma_{1m} \sinh \gamma_{1m} \right. \\ \left. + (C'_m - C''_m) \sinh \gamma_{1m} + (D'_m - D''_m) \gamma_{1m} \cosh \gamma_{1m} + a_m \right\} = 0$$

となり任意の y について成立するためには、

$$(A'_m - A''_m) \cosh \gamma_{1m} + (B'_m - B''_m) \gamma_{1m} \sinh \gamma_{1m} \\ + (C'_m - C''_m) \sinh \gamma_{1m} + (D'_m - D''_m) \gamma_{1m} \cosh \gamma_{1m} + a_m = 0 \quad \dots\dots\dots (21)$$

でなければならない。

8. から以下の結果を得る。

$\frac{\partial w_1'}{\partial x_1} = \frac{\partial w_1''}{\partial x_1}$ に(9),(11)を代入しさらに $x_1 = \xi_1 + \frac{u_1}{2}$ を代入しあとは4. の場合と同様にして、

$$(A'_m - A''_m) \tanh \gamma_{1m} + (B'_m - B''_m) (\gamma_{1m} + \tanh \gamma_{1m}) \\ + C'_m - C''_m + (D'_m - D''_m) (1 + \gamma_{1m} \tanh \gamma_{1m}) = 0 \quad \dots\dots\dots (22)$$

を得る。

9. から以下の結果を得る。

5. の場合と同様にして $x_1 = \xi_1 + u_1/2$ 上で次式が成立する。

$$\frac{\partial^2 w_1'}{\partial x_1^2} = \frac{\partial^2 w_1''}{\partial x_1^2}$$

この式に(9),(11)を代入し、さらに $x_1 = \xi_1 + u_1/2$ を代入し、以下は5. の場合と同様にして、

$$(A'_m - A''_m) + (B'_m - B''_m) (2 + \gamma_{1m} \tanh \gamma_{1m}) \\ + (C'_m - C''_m) \tanh \gamma_{1m} + (D'_m - D''_m) (2 \tanh \gamma_{1m} + \gamma_{1m}) = 0 \quad \dots\dots\dots (23)$$

でなければならない。

10. から以下の結果を得る。

6. の場合と同様にして $x_1 = \xi_1 + u_1/2$ 上で次式が成立する。

$$\frac{\partial^3 w'}{\partial x_1^3} = \frac{\partial^3 w_1''}{\partial x_1^3}$$

この式に(9),(11)を代入し、さらに $x_1 = \xi_1 + u_1/2$ を代入し以下は 6. の場合と同様にして、

$$(A_m' - A_m'') \tanh \gamma_{1m} + (B_m' - B_m'')(3 \tanh \gamma_{1m} + \gamma_{1m}) \\ + (C_m' - C_m'') + (D_m' - D_m'')(3 + \gamma_{1m} \tanh \gamma_{1m}) = 0 \quad \dots\dots\dots (24)$$

でなければならない。

11. から以下の結果を得る。

$$(w_1'')_{x_1=a} = (w_2)_{x_2=0} \quad \text{であるから(11),(12)より,}$$

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sin \frac{m\pi y}{b} (A_m'' \cosh \alpha_m + B_m'' \alpha_m \sinh \alpha_m + C_m'' \sinh \alpha_m \\ + D_m'' \alpha_m \cosh \alpha_m) = \sum_{m=1}^{\infty} \sin \frac{m\pi y}{b} \cdot (\overline{A_m})$$

となり、これが任意の y に対して成立するためには、

$$\overline{A_m} = A_m'' \cosh \alpha_m + B_m'' \alpha_m \sinh \alpha_m + C_m'' \sinh \alpha_m + D_m'' \alpha_m \cosh \alpha_m \quad \dots\dots\dots (25)$$

でなければならない。

但し、

$$\alpha_m \equiv \frac{m\pi a}{b} \quad \dots\dots\dots (26)$$

である。

12. から以下の結果を得る。

$$\left(\frac{\partial w_1''}{\partial x_1} \right)_{x_1=a} = \left(\frac{\partial w_2}{\partial x_2} \right)_{x_2=0} \quad \text{であるから(11),(12)より}$$

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ A_m'' \sinh \alpha_m + B_m'' (\sinh \alpha_m + \alpha_m \cosh \alpha_m) \right. \\ \left. + C_m'' \cosh \alpha_m + D_m'' (\cosh \alpha_m + \alpha_m \sinh \alpha_m) \right\} \frac{m\pi}{b} \\ = \sum_{m=1}^{\infty} \sin \frac{m\pi y}{b} (\overline{C_m} + \overline{D_m}) \frac{m\pi}{b}$$

となりこれが任意の y に対して成立するためには、

$$\overline{C_m} + \overline{D_m} = A_m'' \sinh \alpha_m + B_m'' (\sinh \alpha_m + \alpha_m \cosh \alpha_m) \\ + C_m'' \cosh \alpha_m + D_m'' (\cosh \alpha_m + \alpha_m \sinh \alpha_m) \quad \dots\dots\dots (27)$$

でなければならない。

13. から次下の結果を得る。

(1)と(4)から

$$-D \left(\frac{\partial^2 w_1''}{\partial x_1^2} + \nu \frac{\partial^2 w_1''}{\partial y^2} \right)_{x_1=a} = \sum_{m=1}^{\infty} M_m \sin \frac{m\pi y}{b}$$

となり(11)をこれに代入して計算すると次のようになる。

$$\begin{aligned} \sum_{m=1}^{\infty} D \sin \frac{m\pi y}{b} & \left\{ (\nu-1) A_m'' \cosh \alpha_m \right. \\ & + B_m'' (\nu \alpha_m \sinh \alpha_m - 2 \cosh \alpha_m - \alpha_m \sinh \alpha_m) \\ & + (\nu-1) C_m'' \sinh \alpha_m \\ & \left. + D_m'' (\nu \alpha_m \cosh \alpha_m - 2 \sinh \alpha_m - \alpha_m \cosh \alpha_m) \right\} \left(\frac{m\pi}{b} \right)^2 \\ & = \sum_{m=1}^{\infty} M_m \sin \frac{m\pi y}{b} \end{aligned}$$

これが任意の y について成立するためには、

$$\begin{aligned} M_m = D \left(\frac{m\pi}{b} \right)^2 & \left\{ (\nu-1) A_m'' \cosh \alpha_m \right. \\ & + B_m'' (\nu \alpha_m \sinh \alpha_m - 2 \cosh \alpha_m - \alpha_m \sinh \alpha_m) \\ & + (\nu-1) C_m'' \sinh \alpha_m \\ & \left. + D_m'' (\nu \alpha_m \cosh \alpha_m - 2 \sinh \alpha_m - \alpha_m \cosh \alpha_m) \right\} \dots\dots\dots (28) \end{aligned}$$

でなければならない。

さらに(1)と(4)からもう1個の条件式ができる。

$$-D \left(\frac{\partial^2 w_2}{\partial x_2^2} + \nu \frac{\partial^2 w_2}{\partial y^2} \right)_{x_2=0} = \sum_{m=1}^{\infty} M_m \sin \frac{m\pi y}{b}$$

この式で(12)を代入して前半と同様の計算を行うと、

$$M_m = D \left(\frac{m\pi}{b} \right)^2 \left\{ (\nu-1) \overline{A}_m - 2 \overline{B}_m \right\} \dots\dots\dots (29)$$

が成立しなければならない。

14. から以下の結果を得る。

図2(c)において梁 BE 上で下向きに作用する荷重強度は $V_x' - V_x$ であるから梁 BE のたわみ曲線は、

$$\left(EI_B \frac{d^4 w_2}{dy^4} \right)_{x_2=0} = V_x' - V_x$$

となる。

(12)から、

$$\left(EI_B \frac{d^4 w_2}{dy^4} \right)_{x_2=0} = EI_B \sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{m\pi}{b} \right)^4 \sin \frac{m\pi y}{b} (\overline{A}_m)$$

となる。

V_x, V_x' はそれぞれ(2),(3)で与えられるから、これを計算すると、

$$\begin{aligned} V_x = \sum_{m=1}^{\infty} (-D) \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \sin \frac{m\pi y}{b} & \left\{ (\nu-1) A_m'' \sinh \alpha_m \right. \\ & \left. + B_m'' \left\{ (\nu+1) \sinh \alpha_m + (\nu-1) \alpha_m \cosh \alpha_m \right\} + (\nu-1) C_m'' \cosh \alpha_m \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + D_m'' \left\{ (\nu+1) \cosh \alpha_m + (\nu-1) \alpha_m \sinh \alpha_m \right\} \Big] \\
V_x' = & -D \left\{ \sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \sin \frac{m\pi y}{b} (\overline{C}_m + 3\overline{D}_m) \right. \\
& \left. - \sum_{m=1}^{\infty} (2-\nu) \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \sin \frac{m\pi y}{b} (\overline{C}_m + \overline{D}_m) \right\}
\end{aligned}$$

になる。以上から次のようになる。

$$\begin{aligned}
& \sum_{m=1}^{\infty} EI_B \left(\frac{m\pi}{b} \right)^4 \sin \frac{m\pi y}{b} (\overline{A}_m) \\
= & -D \sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ (\nu-1) \overline{C}_m + (\nu+1) \overline{D}_m \right\} \\
& + D \sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ (\nu-1) A_m'' \sinh \alpha_m \right. \\
& + B_m'' \left\{ (\nu+1) \sinh \alpha_m + (\nu-1) \alpha_m \cosh \alpha_m \right\} + (\nu-1) C_m'' \cosh \alpha_m \\
& \left. + D_m'' \left\{ (\nu+1) \cosh \alpha_m + (\nu-1) \alpha_m \sinh \alpha_m \right\} \right\}
\end{aligned}$$

この式が任意の y について成立するためには

$$\begin{aligned}
& \frac{m\pi}{b} EI_B \overline{A}_m + D \left\{ (\nu-1) \overline{C}_m + (\nu+1) \overline{D}_m \right\} \\
& - D \left\{ (\nu-1) A_m'' \sinh \alpha_m + B_m'' \left\{ (\nu+1) \sinh \alpha_m + (\nu-1) \alpha_m \cosh \alpha_m \right\} \right. \\
& \left. + (\nu-1) C_m'' \cosh \alpha_m + D_m'' \left\{ (\nu+1) \cosh \alpha_m + (\nu-1) \alpha_m \sinh \alpha_m \right\} \right\} = 0 \quad \dots\dots (30)
\end{aligned}$$

でなければならない。

15. から以下の結果を得る。

$x_2 = a$ において,

$$-D \left(\frac{\partial^2 w_2}{\partial x_2^2} + \nu \frac{\partial^2 w_2}{\partial y^2} \right) = 0$$

であるので、この式に(12)を代入すると、

$$\begin{aligned}
& \sum_{m=1}^{\infty} D \left(\frac{m\pi}{b} \right)^2 \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ (\nu-1) \overline{A}_m \cosh \alpha_m \right. \\
& + \overline{B}_m \left\{ (\nu-1) \alpha_m \sinh \alpha_m - 2 \cosh \alpha_m \right\} \\
& + (\nu-1) \overline{C}_m \sinh \alpha_m \\
& \left. + \overline{D}_m \left\{ (\nu-1) \alpha_m \cosh \alpha_m - 2 \sinh \alpha_m \right\} \right\} = 0
\end{aligned}$$

となり、これが任意の y に対して成立するためには次式が成立しなければならない。

$$\begin{aligned}
& (\nu-1)\overline{A_m}\cosh\alpha_m + \overline{B_m}\left\{(\nu-1)\alpha_m\sinh\alpha_m - 2\cosh\alpha_m\right\} \\
& + (\nu-1)\overline{C_m}\sinh\alpha_m + \overline{D_m}\left\{(\nu-1)\alpha_m\cosh\alpha_m - 2\sinh\alpha_m\right\} = 0 \quad \dots\dots\dots(31)
\end{aligned}$$

16. から以下の結果を得る。

2. の場合と同様であるが反力の向きが異なることに注意して、

$$\left(EI_A \frac{d^4 w_2}{dy^4}\right)_{x_2=a} = D \left\{ \frac{\partial^3 w_2}{\partial x_2^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 w_2}{\partial x_2 \partial y^2} \right\}_{x_2=a}$$

が成立つ。(12)を代入してまとめると、

$$\begin{aligned}
& \sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ \overline{A_m} \left[EI_A \frac{m\pi}{b} \cosh\alpha_m - D(\nu-1)\sinh\alpha_m \right] \right. \\
& + \overline{B_m} \left[EI_A \frac{m\pi}{b} \alpha_m \sinh\alpha_m - D(\nu+1)\sinh\alpha_m - D(\nu-1)\alpha_m \cosh\alpha_m \right] \\
& + \overline{C_m} \left[EI_A \frac{m\pi}{b} \sinh\alpha_m - D(\nu-1)\cosh\alpha_m \right] \\
& \left. + \overline{D_m} \left[EI_A \frac{m\pi}{b} \alpha_m \cosh\alpha_m - D(\nu+1)\cosh\alpha_m - D(\nu-1)\alpha_m \sinh\alpha_m \right] \right\} \\
& = 0
\end{aligned}$$

となり任意の y に対して成立するためには、

$$\begin{aligned}
& \overline{A_m} \left[EI_A \frac{m\pi}{b} - D(\nu-1)\tanh\alpha_m \right] \\
& + \overline{B_m} \left[EI_A \frac{m\pi}{b} \alpha_m \tanh\alpha_m - D(\nu+1)\tanh\alpha_m - D(\nu-1)\alpha_m \right] \\
& + \overline{C_m} \left[EI_A \frac{m\pi}{b} \tanh\alpha_m - D(\nu-1) \right] \\
& + \overline{D_m} \left[EI_A \frac{m\pi}{b} \alpha_m - D(\nu+1) - D(\nu-1)\alpha_m \tanh\alpha_m \right] = 0 \quad \dots\dots\dots(32)
\end{aligned}$$

でなければならない。

17. から以下の結果を得る。

(2)と(5)から、

$$-D \left\{ \frac{\partial^3 w_1''}{\partial x_1^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 w_1''}{\partial x_1 \partial y^2} \right\}_{x_1=a} = \sum_{m=1}^{\infty} V_m \sin \frac{m\pi y}{b}$$

(3)と(5)から、

$$-D \left\{ \frac{\partial^3 w_2}{\partial x_2^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 w_2}{\partial x_2 \partial y^2} \right\}_{x_2=0} = \sum_{m=1}^{\infty} V'_m \sin \frac{m\pi y}{b}$$

が成立つ。

先ず前者において(11)を代入してまとめると、

$$\sum_{m=1}^{\infty} D \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ (1-\nu)A_m'' \sinh\alpha_m \right.$$

$$\begin{aligned}
& -B_m'' \left\{ (1+\nu) \sinh \alpha_m + (\nu-1) \alpha_m \cosh \alpha_m \right\} \\
& + (1-\nu) C_m'' \cosh \alpha_m - D_m'' \left\{ (1+\nu) \cosh \alpha_m + (\nu-1) \alpha_m \sinh \alpha_m \right\} \\
& = \sum_{m=1}^{\infty} V_m \sin \frac{m\pi y}{b}
\end{aligned}$$

となり任意の y に対してこの式が成立するためには,

$$\begin{aligned}
V_m = D \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 & \left\{ (1-\nu) A_m'' \sinh \alpha_m - B_m'' \left\{ (1+\nu) \sinh \alpha_m + (\nu-1) \alpha_m \cosh \alpha_m \right\} \right. \\
& \left. + (1-\nu) C_m'' \cosh \alpha_m - D_m'' \left\{ (1+\nu) \cosh \alpha_m + (\nu-1) \alpha_m \sinh \alpha_m \right\} \right\} \dots\dots\dots (33)
\end{aligned}$$

でなければならない。

後者において(12)を代入してまとめると,

$$\sum_{m=1}^{\infty} (-D) \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \sin \frac{m\pi y}{b} \left\{ (\nu-1) \overline{C_m} + (\nu+1) \overline{D_m} \right\} = \sum_{m=1}^{\infty} V_m' \sin \frac{m\pi y}{b}$$

となり, これが任意の y に対して成立するためには,

$$V_m' = -D \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \left\{ (\nu-1) \overline{C_m} + (\nu+1) \overline{D_m} \right\} \dots\dots\dots (34)$$

でなければならない。

以上の(13)から(34)までの22個の関係式から(15),(20),(26)の3式を除いた19個の式が成立する。これを連立一次方程式とみて解くと板のたわみ面が定まる。

§ 4 連立一次方程式の解

これを解く格別よい方法はないが若干の工夫をする。(16),(17),(18),(19),(21),(22),(23),(24)の8式を変形すると次のようになる。

$$A_m' - A_m'' = \frac{1}{2} a_m \gamma_{1m} \sinh \gamma_{1m} - a_m \cosh \gamma_{1m} \dots\dots\dots (35)$$

$$B_m' - B_m'' = \frac{1}{2} a_m \cosh \gamma_{1m} \dots\dots\dots (36)$$

$$C_m' - C_m'' = -\frac{1}{2} a_m \gamma_{1m} \cosh \gamma_{1m} + a_m \sinh \gamma_{1m} \dots\dots\dots (37)$$

$$D_m' - D_m'' = -\frac{1}{2} a_m \sinh \gamma_{1m} \dots\dots\dots (38)$$

$$A_m - A_m' = -\frac{1}{2} a_m \beta_{1m} \sinh \beta_{1m} + a_m \cosh \beta_{1m} \dots\dots\dots (39)$$

$$B_m - B_m' = -\frac{1}{2} a_m \cosh \beta_{1m} \dots\dots\dots (40)$$

$$C_m - C_m' = \frac{1}{2} a_m \beta_{1m} \cosh \beta_{1m} - a_m \sinh \beta_{1m} \dots\dots\dots (41)$$

$$D_m - D'_m = \frac{1}{2} a_m \sinh \beta_{1m} \dots\dots\dots (42)$$

(25), (28), (29) から

$$\overline{B}_m = B_m'' \cosh \alpha_m + D_m'' \sinh \alpha_m$$

となる。さらに(27), (30)を \overline{C}_m , \overline{D}_m に関する連立方程式とみて, \overline{C}_m , \overline{D}_m を求めると,

$$\overline{C}_m = \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \overline{A}_m + A_m'' \sinh \alpha_m + B_m'' a_m \cosh \alpha_m + C_m'' \cosh \alpha_m + D_m'' a_m \sinh \alpha_m$$

$$\overline{D}_m = B_m'' \sinh \alpha_m + D_m'' \cosh \alpha_m - \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \overline{A}_m$$

となる。

(31), (32)の両式へ(25)の \overline{A}_m 及び上の \overline{B}_m , \overline{C}_m , \overline{D}_m を代入してまとめるとそれぞれ次のようになる。

$$\begin{aligned} A_m'' & \left\{ (\nu-1) \cosh 2\alpha_m + \cosh \alpha_m \left\{ (\nu+1) \sinh \alpha_m + (1-\nu) \alpha_m \cosh \alpha_m \right\} \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \right\} \\ & + B_m'' \left\{ 2(\nu-1) \alpha_m \sinh 2\alpha_m - 2 \cosh 2\alpha_m \right. \\ & \left. + \alpha_m \sinh \alpha_m \left\{ (\nu+1) \sinh \alpha_m + (1-\nu) \alpha_m \cosh \alpha_m \right\} \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \right\} \\ & + C_m'' \left\{ (\nu-1) \sinh 2\alpha_m + \sinh \alpha_m \left\{ (\nu+1) \sinh \alpha_m + (1-\nu) \alpha_m \cosh \alpha_m \right\} \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \right\} \\ & + D_m'' \left\{ 2(\nu-1) \alpha_m \cosh 2\alpha_m - 2 \sinh 2\alpha_m \right. \\ & \left. + \alpha_m \cosh \alpha_m \left\{ (\nu+1) \sinh \alpha_m + (1-\nu) \alpha_m \cosh \alpha_m \right\} \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \right\} = 0 \dots\dots\dots (43) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_m'' & \left\{ EI_A \frac{m\pi}{b} \cosh 2\alpha_m - D(\nu-1) \sinh 2\alpha_m + (R-S) \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \cosh^2 \alpha_m \right\} \\ & + B_m'' \left\{ 2EI_A \frac{m\pi}{b} \alpha_m \sinh 2\alpha_m - D(\nu+1) \sinh 2\alpha_m - 2D(\nu-1) \alpha_m \cosh 2\alpha_m \right. \\ & \left. + (R-S) \frac{m\pi}{4b} \frac{EI_B}{D} \alpha_m \sinh 2\alpha_m \right\} \\ & + C_m'' \left\{ EI_A \frac{m\pi}{b} \sinh 2\alpha_m - D(\nu-1) \cosh 2\alpha_m + (R-S) \frac{m\pi}{4b} \frac{EI_B}{D} \sinh 2\alpha_m \right\} \\ & + D_m'' \left\{ 2EI_A \frac{m\pi}{b} \alpha_m \cosh 2\alpha_m - 2D(\nu-1) \alpha_m \sinh 2\alpha_m - D(\nu+1) \cosh 2\alpha_m \right. \\ & \left. + (R-S) \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \alpha_m \cosh^2 \alpha_m \right\} = 0 \dots\dots\dots (44) \end{aligned}$$

但し,

$$R \equiv EI_A \frac{m\pi}{b} \tanh \alpha_m - D(\nu-1)$$

$$S \equiv EI_A \frac{m\pi}{b} \alpha_m - D(\nu-1)\alpha_m \tanh \alpha_m - D(\nu+1)$$

である。

次に(35)と(39)で与えられる A_m , (36)と(40)で与えられる B_m を(13)に代入すると,

$$(1-\nu)A_m'' + 2B_m'' + \frac{1-\nu}{2}\alpha_m(\gamma_{1m} \sinh \gamma_{1m} - \beta_{1m} \sinh \beta_{1m}) - \nu\alpha_m(\cosh \beta_{1m} - \cosh \gamma_{1m}) = 0 \quad \dots\dots\dots(45)$$

上の A_m , (37)と(41)で与えられる C_m , (38)と(42)で与えられる D_m を(14)に代入すると,

$$\begin{aligned} \frac{m\pi}{b} \frac{EI_A}{D} A_m'' + (\nu-1)C_m'' + (\nu+1)D_m'' \\ + \frac{\alpha_m}{2}(\gamma_{1m} \sinh \gamma_{1m} - \beta_{1m} \sinh \beta_{1m}) \frac{m\pi}{b} \frac{EI_A}{D} \\ + \alpha_m(\cosh \beta_{1m} - \cosh \gamma_{1m}) \frac{m\pi}{b} \frac{EI_A}{D} + \frac{\nu-3}{2}\alpha_m \sinh \gamma_{1m} \\ + \frac{3-\nu}{2}\alpha_m \sinh \beta_{1m} + \frac{\nu-1}{2}(\beta_{1m} \cosh \beta_{1m} - \gamma_{1m} \cosh \gamma_{1m})\alpha_m = 0 \quad \dots\dots\dots(46) \end{aligned}$$

となる。

以上の(43),(44),(45),(46)は A_m'' , B_m'' , C_m'' , D_m'' に関する連立方程式になっている。(45)で与えられる B_m'' を (43), (44)に代入すると A_m'' , C_m'' , D_m'' に関する式になり, さらにこれらの式に(46)で与えられる D_m'' を代入すると A_m'' と C_m'' に関する二元一次方程式が成立する。これは次のような複雑な式である。

$$\begin{aligned} \left\{ (\nu+1)(\nu-1)^2\alpha_m \sinh 2\alpha_m + 2\left\{ \sinh 2\alpha_m - (\nu-1)\alpha_m \cosh 2\alpha_m \right\} \frac{m\pi}{b} \frac{EI_A}{D} \right. \\ + \left\{ (\nu+1)(\cosh \alpha_m + \frac{\nu-1}{2}\alpha_m \sinh \alpha_m) - \alpha_m \frac{m\pi}{b} \frac{EI_A}{D} \cosh \alpha_m \right\} Y \Big\} A_m'' \\ + \left\{ (\nu-1) \left\{ (\nu+3) \sinh 2\alpha_m - 2(\nu-1)\alpha_m \cosh 2\alpha_m \right\} + \left\{ (\nu+1) \sinh \alpha_m \right. \right. \\ \left. \left. + (1-\nu)\alpha_m \cosh \alpha_m \right\} Y \right\} C_m'' \\ + (\nu+1) \left\{ 2(\nu-1)\alpha_m \sinh 2\alpha_m - 2\cosh 2\alpha_m + Y\alpha_m \sinh \alpha_m \right\} I\bar{I} \\ + \left\{ 2(\nu-1)\alpha_m \cosh 2\alpha_m - 2\sinh 2\alpha_m + Y\alpha_m \cosh \alpha_m \right\} (I\bar{3} - I\bar{2}) = 0 \quad \dots\dots\dots(47) \\ \left[\left\{ 2(\nu+1)\cosh 2\alpha_m + (\nu+3)(\nu-1)\alpha_m \sinh 2\alpha_m \right\} \frac{m\pi}{b} EI_A \right. \\ - (\nu^2-1)D \left\{ \frac{\nu+3}{2} \sinh 2\alpha_m + (\nu-1)\alpha_m \cosh 2\alpha_m \right\} - \frac{2}{D} \left(\frac{m\pi}{b} EI_A \right)^2 \alpha_m \cosh 2\alpha_m \\ + (R-S) \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \left\{ (\nu+1)\cosh \alpha_m + \frac{1}{2}(\nu^2-1)\alpha_m \sinh \alpha_m \right. \\ \left. \left. - \frac{m\pi}{b} \frac{EI_A}{D} \alpha_m \cosh \alpha_m \right\} \cosh \alpha_m \right] A_m'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \left\{ \left\{ (\nu+1) \sinh 2\alpha_m + 2(1-\nu) \alpha_m \cosh 2\alpha_m \right\} \frac{m\pi}{b} EI_A \right. \\
& + 2D (\nu-1)^2 \alpha_m \sinh 2\alpha_m + (R-S) Y \cosh \alpha_m \left. \right\} C_m'' \\
& + (\nu+1) \left\{ 2EI_A \frac{m\pi}{b} \alpha_m \sinh 2\alpha_m - D (\nu+1) \sinh 2\alpha_m \right. \\
& - 2D (\nu-1) \alpha_m \cosh 2\alpha_m + (R-S) \frac{m\pi}{4b} \frac{EI_B}{D} \alpha_m \sinh 2\alpha_m \left. \right\} \Gamma_1 \\
& + \left\{ 2EI_A \frac{m\pi}{b} \alpha_m \cosh 2\alpha_m - 2D (\nu-1) \alpha_m \sinh 2\alpha_m - D (\nu+1) \cosh 2\alpha_m \right. \\
& + (R-S) \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \alpha_m \cosh^2 \alpha_m \left. \right\} (\Gamma_3 - \Gamma_2) = 0 \quad \dots\dots\dots (48)
\end{aligned}$$

上の式において,

$$\begin{aligned}
Y & \equiv \left\{ (\nu+1) \sinh \alpha_m + (1-\nu) \alpha_m \cosh \alpha_m \right\} \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \\
\Gamma_1 & \equiv \left\{ \frac{\nu-1}{4} (\gamma_{1m} \sinh \gamma_{1m} - \beta_{1m} \sinh \beta_{1m}) + \frac{\nu}{2} (\cosh \beta_{1m} - \cosh \gamma_{1m}) \right\} \alpha_m \\
\Gamma_2 & \equiv \left\{ \frac{1}{2} (\gamma_{1m} \sinh \gamma_{1m} - \beta_{1m} \sinh \beta_{1m}) + (\cosh \beta_{1m} - \cosh \gamma_{1m}) \right\} \frac{m\pi}{b} \frac{EI_A}{D} \alpha_m \\
\Gamma_3 & \equiv \left\{ \frac{\nu-3}{2} (\sinh \beta_{1m} - \sinh \gamma_{1m}) - \frac{\nu-1}{2} (\beta_{1m} \cosh \beta_{1m} - \gamma_{1m} \cosh \gamma_{1m}) \right\} \alpha_m
\end{aligned}$$

である。

(47), (48) から A_m'' , C_m'' を求めることは原理的には極く簡単なことであるが実際上は係数が複雑になっているので, A_m'' , C_m'' を求める計算は長い式になるが計算結果のみを示すと次のようになる。

$$\begin{aligned}
f(\alpha_m) & \equiv D (\nu+1) (\nu-1)^2 \left\{ \frac{1}{2} (\nu+3)^2 \sinh^2 2\alpha_m - 2 (\nu-1)^2 \alpha_m^2 \right\} \\
& + \frac{m\pi}{b} EI_A (\nu^2-1) \left\{ 4 (\nu-1) \alpha_m - (\nu+3) \sinh 4\alpha_m \right\} + \frac{2}{D} (\nu+1) \left(\frac{m\pi}{b} EI_A \sinh 2\alpha_m \right)^2 \\
& + \frac{m\pi}{b} EI_A \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \left\{ 2 (\nu+1)^3 \sinh^2 \alpha_m - (\nu^2-1) (\nu+3) \sinh^2 2\alpha_m \right. \\
& + 2 (\nu+1)^2 (\nu-1) \alpha_m \sinh 2\alpha_m + 2 (\nu-1)^2 (\nu+1) \alpha_m^2 \sinh^2 \alpha_m - 2 (\nu-1)^2 (\nu+1) \alpha_m^2 \left. \right\} \\
& + \frac{m\pi}{b} EI_B (\nu^2-1) \left\{ \frac{1}{2} (\nu-1)^3 \alpha_m^3 - \frac{1}{4} (\nu-1)^2 (\nu+3) \alpha_m^2 \sinh 2\alpha_m \right. \\
& - \frac{1}{2} (\nu-1)^2 (\nu+3) \alpha_m \sinh^2 \alpha_m + 2 (\nu-1) \alpha_m \\
& + \frac{1}{4} (\nu+3)^2 (\nu-1) \sinh 2\alpha_m \sinh^2 \alpha_m - (\nu+3) \sinh 2\alpha_m \left. \right\} \\
& + \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \left(\frac{EI_A}{D} \right)^2 EI_B (\nu+1) (\sinh 2\alpha_m - 2\alpha_m) \sinh^2 \alpha_m \quad \dots\dots\dots (49)
\end{aligned}$$

とおくと, A_m'', C_m'' はそれぞれ(50), (51)で表わされる。

$$\begin{aligned}
 A_m'' = & \frac{\Gamma_1}{f(\alpha_m)} \left\{ 4(\nu-1)^3(\nu+1)D\alpha_m^2 - D(\nu+1)^2(\nu-1)(\nu+3)\sinh^2 2\alpha_m \right. \\
 & + \frac{m\pi}{b} EI_A \left\{ (\nu+1)^2 \sinh 4\alpha_m - 4(\nu^2-1)\alpha_m \right\} \\
 & + \frac{m\pi}{2b} EI_B \left\{ (\nu+1)^2 \sinh 4\alpha_m - (\nu+1)^4 \sinh 2\alpha_m \sinh^2 \alpha_m \right. \\
 & + (\nu-1)^2(\nu+1)(\nu+2)\alpha_m (2\sinh^2 \alpha_m + \alpha_m \sinh 2\alpha_m) - 4(\nu^2-1)\alpha_m - 2(\nu-1)^3(\nu+1)\alpha_m^3 \left. \right\} \\
 & + \left(\frac{m\pi}{b} \right)^2 \frac{E^2 I_A I_B}{D} (\nu+1) \left\{ (\nu-1)\alpha_m^2 (1-\sinh^2 \alpha_m) - \nu\alpha_m \sinh 2\alpha_m + (\nu+1)\sinh^2 \alpha_m \cosh 2\alpha_m \right\} \\
 & + \frac{\Gamma_3 - \Gamma_2}{f(\alpha_m)} \left\{ 2(\nu-1)^2(\nu+1)D\alpha_m - \frac{1}{2}(\nu^2-1)(\nu+3)D \sinh 4\alpha_m + 2\frac{m\pi}{b} EI_A (\nu+1)\sinh^2 2\alpha_m \right. \\
 & + \frac{m\pi}{2b} EI_B \left\{ (\nu-1)^2(\nu+1)\alpha_m^2 (\sinh^2 \alpha_m - 1) + (\nu+1)^2(\nu-1)\alpha_m \sinh 2\alpha_m \right. \\
 & - (\nu+1)^3 \cosh 2\alpha_m \sinh^2 \alpha_m + 2(\nu+1)\sinh^2 2\alpha_m \left. \right\} \\
 & \left. + \left(\frac{m\pi}{b} \right)^2 \frac{E^2 I_A I_B}{D} (\nu+1)\sinh^2 \alpha_m (\sinh 2\alpha_m - 2\alpha_m) \right\} \dots\dots\dots (50)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_m'' = & \frac{\Gamma_1}{f(\alpha_m)} \left\{ \frac{1}{2} D(\nu+1)^2(\nu-1) \left\{ (\nu+3)\sinh 4\alpha_m + 4(\nu-1)\alpha_m \right\} \right. \\
 & - 2\frac{m\pi}{b} EI_A \left\{ 2(\nu-1)^2(\nu+1)\alpha_m^2 + (\nu+1)^2(1+\cosh^2 2\alpha_m) \right\} \\
 & - \frac{m\pi}{2b} EI_B (\nu+1)^2 \left\{ (\nu-1)^2 \alpha_m^2 (1+\cosh^2 \alpha_m) - 2(\nu-1)\alpha_m \sinh 2\alpha_m \right. \\
 & - \frac{1}{2}(\nu+1)^2 \sinh^2 2\alpha_m + 4\cosh^2 \alpha_m \cosh 2\alpha_m \left. \right\} + \frac{4}{D} (\nu+1)\alpha_m \left(\frac{m\pi}{b} EI_A \right)^2 \\
 & + \left(\frac{m\pi}{b} \right)^2 \frac{E^2 I_A I_B}{D} \left\{ (\nu-1)^2(\nu+1)\alpha_m^3 - \frac{1}{4}(\nu^2-1)(\nu+3)\alpha_m^2 \sinh 2\alpha_m + (\nu+1)^2 \alpha_m \right. \\
 & + 2(\nu+1)\alpha_m \cosh^2 \alpha_m - \frac{1}{2}(\nu+1)^3 \alpha_m \sinh^2 \alpha_m - \frac{1}{4}(\nu+1)^2 \sinh 4\alpha_m \left. \right\} \\
 & + \left(\frac{m\pi EI_A}{bD} \right)^2 \frac{m\pi}{b} EI_B \left\{ (\nu+1)\alpha_m^2 (\sinh^2 \alpha_m - 1) + \frac{1}{2}(\nu+1)\alpha_m \sinh 2\alpha_m \right\} \\
 & + \frac{\Gamma_3 - \Gamma_2}{f(\alpha_m)} \left\{ D(\nu^2-1) \left\{ (\nu+3)\sinh^2 2\alpha_m - 2(\nu-1)^2 \alpha_m^2 \right\} \right. \\
 & + \frac{m\pi}{b} EI_A (\nu+1) \left\{ 2(\nu-1)\alpha_m - \sinh 4\alpha_m \right\} \\
 & \left. - \frac{m\pi}{2b} EI_B \left\{ (\nu^2-1)(\nu-3)\alpha_m \cosh^2 \alpha_m + \frac{1}{2}(\nu+1)^3(\nu-1)\alpha_m \sinh^2 \alpha_m \right\} \right\}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{1}{4}(\nu-1)^2(\nu+1)(\nu+5)\alpha_m^2 \sinh 2\alpha_m - (\nu-1)^3(\nu+1)\alpha_m^3 \\
& + 4(\nu+1)\cosh^2 \alpha_m \sinh 2\alpha_m - \frac{1}{4}(\nu+1)^3 \sinh 4\alpha_m \Big\} \\
& + \frac{m\pi}{b}EI_A \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \Big\{ (\nu^2-1)\alpha_m^2 (\sinh^2 \alpha_m - 1) \\
& + \frac{1}{2}(\nu+1)^2 \alpha_m \sinh 2\alpha_m - (\nu+1) \sinh^2 2\alpha_m \Big\} \Big\} \dots\dots\dots (51)
\end{aligned}$$

D_m'' は上の A_m'' と C_m'' を(46)に代入すると次のように求まる。

$$\begin{aligned}
D_m'' = & \frac{\Gamma_1}{f(\alpha_m)} \Big\{ -\frac{1}{2}D(\nu-1)^2(\nu+1) \Big\{ (\nu+3) \sinh 4\alpha_m + 4(\nu-1)\alpha_m \Big\} \\
& + \frac{m\pi}{b}EI_A (\nu^2-1) \Big\{ (\nu+5) \sinh^2 2\alpha_m + 4 \Big\} \\
& + \frac{m\pi}{b}EI_B (\nu^2-1) \Big\{ \frac{1}{2}(\nu-1)^2 \alpha_m^2 (1 + \cosh^2 \alpha_m) - (\nu-1)\alpha_m \sinh 2\alpha_m \\
& - \frac{1}{4}(\nu+1)^2 \sinh^2 2\alpha_m + 2 \cosh^2 \alpha_m \cosh 2\alpha_m \Big\} - \left(\frac{m\pi}{b}EI_A \right)^2 \frac{\nu+1}{D} \sinh 4\alpha_m \\
& - \frac{m\pi}{b}EI_A \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \Big\{ \frac{1}{2}(\nu-1)^2(\nu+1)\alpha_m^2 \sinh 2\alpha_m + 2(\nu^2-1)\alpha_m \\
& + (\nu-1)^2(\nu+1)\alpha_m \sinh^2 \alpha_m - \frac{1}{2}(\nu+1)(\nu-3) \sinh 4\alpha_m - (\nu+1)^3 \sinh 2\alpha_m \sinh^2 \alpha_m \Big\} \\
& + \left(\frac{m\pi EI_A}{bD} \right)^2 \frac{m\pi}{b}EI_B \Big\{ \frac{1}{2}(\nu+1)\alpha_m \sinh 2\alpha_m - (\nu+1) \sinh^2 \alpha_m \cosh 2\alpha_m \Big\} \Big\} \\
& + \frac{\Gamma_2 - \Gamma_3}{f(\alpha_m)} \Big\{ -\frac{D}{2}(\nu-1)^2(\nu+1)(\nu+3) \sinh^2 2\alpha_m + \frac{m\pi}{2b}EI_A (\nu^2-1) \sinh 4\alpha_m \\
& + \frac{m\pi}{2b}EI_B \Big\{ \frac{1}{4}(\nu-1)^3(\nu+1)\alpha_m^2 \sinh 2\alpha_m + \frac{1}{2}(\nu-1)^3(\nu+1)\alpha_m \sinh^2 \alpha_m \\
& - (\nu-1)^2(\nu+1)\alpha_m - (\nu-1)^2(\nu+1)(\nu+3) \cosh \alpha_m \sinh^3 \alpha_m + \frac{1}{2}(\nu^2-1)(\nu+5) \sinh 2\alpha_m \Big\} \\
& + \frac{m\pi}{b}EI_A \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \Big\{ -\frac{1}{2}(\nu^2-1)\alpha_m \sinh 2\alpha_m + 2(\nu^2-1) \sinh^2 \alpha_m \cosh^2 \alpha_m \\
& - (\nu+1)^2 \sinh^2 \alpha_m \Big\} \Big\} \dots\dots\dots (52)
\end{aligned}$$

B_m'' は A_m'' を(45)に代入すると次のように求まる。

$$\begin{aligned}
B_m'' = & \frac{\Gamma_1}{f(\alpha_m)} \Big\{ D(\nu-1)^2(\nu+1)(\nu+3) \sinh^2 2\alpha_m \\
& + \frac{m\pi}{b}EI_A (\nu^2-1) \Big\{ 2(\nu-1)\alpha_m - \frac{1}{2}(\nu+5) \sinh 4\alpha_m \Big\} \\
& - \frac{m\pi}{2b}EI_B (\nu^2-1) \Big\{ \frac{1}{2}(\nu-1)^2 \alpha_m^2 \sinh 2\alpha_m + (\nu-1)^2 \alpha_m \sinh^2 \alpha_m
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -2(\nu-1)\alpha_m + (\nu+5)\sinh 2\alpha_m - (\nu+3)(\nu-1)\sinh 2\alpha_m \sinh^2 \alpha_m \Big\} \\
& + \frac{m\pi}{b} EI_A \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} \left\{ (\nu-1)^2 (\nu+1) \alpha_m^2 (\sinh^2 \alpha_m - 1) \right. \\
& + (\nu^2 - 1)(\nu+2)\alpha_m \sinh 2\alpha_m - \frac{1}{2}(\nu^2 - 1)(\nu+5)\sinh^2 2\alpha_m + (\nu+1)^2 (\nu+3)\sinh^2 \alpha_m \Big\} \\
& + \frac{2}{D} \left(\frac{m\pi}{b} EI_A \right)^2 (\nu+1) \sinh^2 2\alpha_m \\
& + \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \left(\frac{EI_A}{D} \right)^2 EI_B (\nu+1) \sinh^2 \alpha_m (\sinh 2\alpha_m - 2\alpha_m) \Big\} \\
& + \frac{F_3 - F_2}{f(\alpha_m)} \left\{ D(\nu-1)^3 (\nu+1)\alpha_m - \frac{1}{4}D(\nu-1)^2 (\nu+1)(\nu+3)\sinh 4\alpha_m + \frac{m\pi}{b} EI_A (\nu^2 - 1) \sinh^2 2\alpha_m \right. \\
& + \frac{m\pi}{2b} EI_B \left\{ \frac{1}{2}(\nu-1)^3 (\nu+1) \alpha_m^2 (\sinh^2 \alpha_m - 1) + \frac{1}{2}(\nu-1)^2 (\nu+1)^2 \alpha_m \sinh 2\alpha_m \right. \\
& \left. \left. - \frac{1}{2}(\nu+1)^3 (\nu-1) \cosh 2\alpha_m \sinh^2 \alpha_m + (\nu^2 - 1) \sinh^2 2\alpha_m \right\} \right. \\
& \left. + \frac{m\pi}{b} EI_A \frac{m\pi}{2b} \frac{EI_B}{D} (\nu^2 - 1) \sinh^2 \alpha_m (\sinh 2\alpha_m - 2\alpha_m) \right\} \dots\dots\dots (53)
\end{aligned}$$

以上で $A_m'', B_m'', C_m'', D_m''$ が求まった。いずれの値も正確なものを求めなければならないことは言うまでもないことであるが、 A_m'', C_m'' は他の値にも直接に影響するので特に念を入れてこれらの値に誤りのないことを期した。即ち(47)の A_m'', C_m'' に(50),(51)を代入して(47)の成立することを確認している。このように $A_m'', B_m'', C_m'', D_m''$ が求まると (35)~(42) によって他の値も簡単に求まり結果は次のようになる。

$$A_m' = A_m'' + \left(\frac{1}{2} \gamma_{1m} \sinh \gamma_{1m} - \cosh \gamma_{1m} \right) a_m \dots\dots\dots (54)$$

$$B_m' = B_m'' + \frac{1}{2} a_m \cosh \gamma_{1m} \dots\dots\dots (55)$$

$$C_m' = C_m'' - \left(\frac{1}{2} \gamma_{1m} \cosh \gamma_{1m} - \sinh \gamma_{1m} \right) a_m \dots\dots\dots (56)$$

$$D_m' = C_m'' - \frac{1}{2} a_m \sinh \gamma_{1m} \dots\dots\dots (57)$$

$$A_m = A_m'' + \frac{a_m}{2} (\gamma_{1m} \sinh \gamma_{1m} - \beta_{1m} \sinh \beta_{1m}) + a_m (\cosh \beta_{1m} - \cosh \gamma_{1m}) \dots\dots\dots (58)$$

$$B_m = B_m'' + \frac{a_m}{2} (\cosh \gamma_{1m} - \cosh \beta_{1m}) \dots\dots\dots (59)$$

$$C_m = C_m'' + \frac{a_m}{2} (\beta_{1m} \cosh \beta_{1m} - \gamma_{1m} \cosh \gamma_{1m}) + a_m (\sinh \gamma_{1m} - \sinh \beta_{1m}) \dots\dots\dots (60)$$

$$D_m = D_m'' + \frac{a_m}{2} (\sinh \beta_{1m} - \sinh \gamma_{1m}) \dots\dots\dots (61)$$

$\overline{A_m}$ は(25)で与えられる。 $\overline{B_m}$ は(25),(28),(29)から

$$\overline{B}_m = B_m'' \cosh \alpha_m + D_m'' \sinh \alpha_m \quad \dots\dots\dots (62)$$

となる。

$\overline{C}_m, \overline{D}_m$ は(27), (30)から次のようになる。

$$\overline{C}_m = A_m'' \sinh \alpha_m + B_m'' \alpha_m \cosh \alpha_m + C_m'' \cosh \alpha_m + D_m'' \alpha_m \sinh \alpha_m + \frac{m\pi EI_B}{2bD} \overline{A}_m \quad \dots\dots\dots (63)$$

$$\overline{D}_m = B_m'' \sinh \alpha_m + D_m'' \cosh \alpha_m - \frac{m\pi EI_B}{2bD} \overline{A}_m \quad \dots\dots\dots (64)$$

M_m は(28), V_m は(33)からそれぞれ求まり, V_m' は(34), (63), (64)から次のようになる。

$$\begin{aligned} V_m' = & -D \left(\frac{m\pi}{b} \right)^3 \left\{ (\nu-1) A_m'' \sinh \alpha_m + B_m'' \left\{ (\nu-1) \alpha_m \cosh \alpha_m + (\nu+1) \sinh \alpha_m \right\} + (\nu-1) C_m'' \cosh \alpha_m \right. \\ & \left. + D_m'' \left\{ (\nu-1) \alpha_m \sinh \alpha_m + (\nu+1) \cosh \alpha_m \right\} - \frac{m\pi EI_B}{bD} \overline{A}_m \right\} \quad \dots\dots\dots (65) \end{aligned}$$

以上で全部の未知積分定数と M_m, V_m, V_m' が求まった。よって図1の状態における板のたわみ, 断面力等が求まる。

今度は図3の状態における板のたわみ面を図1の場合における結果を利用して求めることを考える。図3の状態とはBEに関して図1の荷重作用位置と対称な位置に荷重が作用している場合である。即ち, $u_1 = u_2, v_1 = v_2, \eta_1 = \eta_2, a - \xi_1 = \xi_2$ である。図1のたわみ面と図3のたわみ面の間には一種の対称性が存することを考慮すれば以下の関係式が成立する。

図3と図1において \overline{w}_1 と w_2 との関係を考えて, $x_2 = a - x_1$, $y = y$ なる関係にある点 (x_1, y) におけるたわみ $\overline{w}_1(x_1, y)$ は点 (x_2, y) におけるたわみ $w_2(x_2, y)$ に相等しい。よって次式が成立する。

$$\overline{w}_1(x_1, y) \equiv w_2(x_2, y) = w_2(a - x_1, y) \quad \dots\dots\dots (66)$$

同様な理由で以下の三つの関係式が成立する。

$$\overline{w}_2(x_2, y) \equiv w_1''(x_1, y) = w_1''(a - x_2, y) \quad \dots\dots\dots (67)$$

$$\overline{w}_2'(x_2, y) \equiv w_1'(x_1, y) = w_1'(a - x_2, y) \quad \dots\dots\dots (68)$$

$$\overline{w}_2''(x_2, y) \equiv w_1(x_1, y) = w_1(a - x_2, y) \quad \dots\dots\dots (69)$$

(12)と(66)から,

$$\begin{aligned} \overline{w}_1(x_1, y) = w_2(a - x_1, y) = & \sum_{m=1}^{\infty} \left\{ \overline{A}_m \cosh \frac{m\pi(a-x_1)}{b} + \overline{B}_m \frac{m\pi(a-x_1)}{b} \sinh \frac{m\pi(a-x_1)}{b} \right. \\ & \left. + \overline{C}_m \sinh \frac{m\pi(a-x_1)}{b} + \overline{D}_m \frac{m\pi(a-x_1)}{b} \cosh \frac{m\pi(a-x_1)}{b} \right\} \sinh \frac{m\pi y}{b} \quad \dots\dots\dots (66)' \end{aligned}$$

となる。

(11)と(67)から

$$\begin{aligned} \overline{w}_2(x_2, y) = w_1''(a - x_2, y) = & \sum_{m=1}^{\infty} \left\{ A_m'' \cosh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} + B_m'' \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \sinh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \right. \\ & \left. + C_m'' \sinh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} + D_m'' \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \cosh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \right\} \sin \frac{m\pi y}{b} \quad \dots\dots\dots (67)' \end{aligned}$$

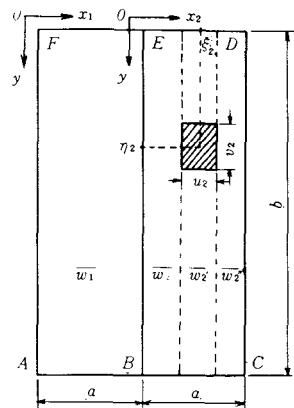


図3

\overline{w}_1 : $0 \leq x_1 \leq a$ における板のたわみ面

\overline{w}_2 : $0 \leq x_2 \leq \xi_2 - \frac{u_2}{2}$ " "

\overline{w}_2' : $\xi_2 - \frac{u_2}{2} \leq x_2 \leq \xi_2 + \frac{u_2}{2}$ " "

\overline{w}_2'' : $\xi_2 + \frac{u_2}{2} \leq x_2 \leq a$ " "

となる。

(9)と(68)から,

$$\begin{aligned} \overline{w_2}(x_2, y) = w_1'(a-x_2, y) = \sum_{m=1}^{\infty} \left\{ a_m + A_m' \cosh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \right. \\ + B_m' \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \sinh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} + C_m' \sinh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \\ \left. + D_m' \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \cosh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \right\} \sin \frac{m\pi y}{b} \dots\dots\dots(68)' \end{aligned}$$

となる。

(8)と(69)から,

$$\begin{aligned} \overline{w_2''}(x_2, y) = w_1(a-x_2, y) = \sum_{m=1}^{\infty} \left\{ A_m \cosh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \right. \\ + B_m \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \sinh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} + C_m \sinh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \\ \left. + D_m \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \cosh \frac{m\pi(a-x_2)}{b} \right\} \sin \frac{m\pi y}{b} \dots\dots\dots(69)' \end{aligned}$$

となる。

以上の(66)'~(69)'中の係数 $\overline{A_m}, \overline{B_m}, \dots, C_m, D_m, a_m$ は図1の状態の場合について求めた値をそのまま使うのであるが, ひとつ注意すべき点がある。それは図1と図3において $u_1 = u_2, v_1 = v_2, \eta_1 = \eta_2, a - \xi_1 = \xi_2$ なる関係があるのだから(50), (51), (52), (53)等において ξ_1 を含む項 β_{1m}, γ_{1m} について,

$$\beta_{1m} \equiv \frac{m\pi}{b} \left(\xi_1 - \frac{u_1}{2} \right) = \frac{m\pi}{b} \left(a - \xi_2 - \frac{u_2}{2} \right) \dots\dots\dots(15)'$$

$$\gamma_{1m} \equiv \frac{m\pi}{b} \left(\xi_1 + \frac{u_1}{2} \right) = \frac{m\pi}{b} \left(a - \xi_2 + \frac{u_2}{2} \right) \dots\dots\dots(20)'$$

として図3の u_2, ξ_2 を用いて $\overline{A_m}, \overline{B_m}, \dots, D_m$ を求めなければならない点である。 a_m は結果的には同じことであるが,

$$\begin{aligned} a_m &= \frac{4pb^4}{\pi^5 D} \frac{1}{m^5} \sin \frac{m\pi\eta_1}{b} \sin \frac{m\pi v_1}{2b} \\ &= \frac{4pb^4}{\pi^5 D} \frac{1}{m^5} \sin \frac{m\pi\eta_2}{b} \sin \frac{m\pi v_2}{2b} \dots\dots\dots(10)' \end{aligned}$$

として図3の η_2, v_2 を用いる点とである。

このような意味の $\overline{A_m}, \overline{B_m}, \dots, D_m, a_m$ を採用すれば図3の場合の板のたわみ面は(66)'~(69)'により求まる。

§ 5 あ と が き

以上のようにして図1, 図3の载荷状態に対応する板のたわみ面が求まると, この結果を適当に重ね合わせるにより長方形領域に分布する荷重(自動車の輪荷重)をうける任意の場合について板のたわみ面が算定できる。断面力の計算式等については述べなかったが, たわみ面の式が知れていれば断面力等は簡単に求められることは明らかである。

現実の問題に十分に役立つようにするためには, 二支間連続板だけでなくさらに三支間, 四支間連続板の場合も取扱う必要があると同時に定量的な数値計算が不可欠のものになるが, これらについては別の機会に回す。

参 考 文 献

- 1) 鉄筋コンクリート床版疲労設計委員会：鉄筋コンクリート床版の損傷と疲労設計へのアプローチ, (土木学会関西支部, 1977)
- 2) 前田・松井：道路橋 R.C.床版の設計曲げモーメント式に関する一考察, 土木学会論文報告集第252号, 1976.
- 3) 芳村・荻沢・高井：多主桁橋の床版支持桁の変形と床版応力の相関性について, 土木学会学術講演会講演概要集I, 1974.
- 4) 前田・松井・小島：道路橋 R.C.床版のモーメント式に関する2, 3の考察, 土木学会学術講演会講演概要集I, 1974.
- 5) 倉田・園田・堀川：道路橋床版の輪荷重点下の応力の評価, 土木学会学術講演会講演概要集, 1975.
- 6) 例えば, 山崎・樗木・高橋：応力法による一方向連続矩形板の解法, 九州大学工学集報 Vol.41 No. 3, 1968.
- 7) D. Mc Farland, B.L. Smith and W.D. Bernhart : ANALYSIS OF PLATES, (SPARTAN BOOKS, NEW YORK, 1972), p.97~107.
- 8) 丸上晴朗：曲げをうける薄板の境界値問題の1例, 呉工業高等専門学校研究報告第12巻第2号, 1977.

(昭和52年10月31日 受付)

建築学科卒業生に対するアンケートについて

(建築学科) 高 井 芳 治
 (建築学科) 青 木 栄
 (建築学科) 清 和 四 士

On the Inquiry about Graduates from Architectural Course

Yoshiji TAKAI
 Sakae AOKI
 Kazuyoshi SEI

This research consists of two parts : Part 1 reporting on the diploma examination for architect, and the other on the duties and the treatment of the graduates of our college.

The results of the examination for architect show that the graduates from Kure Technical College have been far more successful in the examination than the applicants from other institutions. We have acquired through the Inquiry instructive data of the duties and the treatment for the education of our students.

§ 1 前 書 き

従来、建築学科においては、卒業設計を5年間の教育の集大成として学生に課してきたので、A1版ケント紙が山積し、収蔵にこまる状態に立ち至っている。特定のもの以外は卒業生の了解をえて処分する方針とし、卒業生に回答を求めることにした。折角の機会であるので、建築学科全教官にはかり、表7のアンケートを作成し、卒業生の現況を把握すると共に、教育・就職斡旋の参考資料をえたいと念じ、昭和52年1月卒業生に協力方を依頼した。各項目について結果を報告する。

§ 2 建築士制度関係

2.1 建築士資格試験の受験状況

建築士の資格が高専の建築学科の教育目標でないことは申すまでもなく、より幅広く・より高い教育を行っていることは事実である。しかしながら、その資格が、建築技術者として、或いは建築家として成長するための基礎的一段階であることは否定できない。

本校における教育もその課程において、そのことは充分考慮されている。従って卒業生がどのような受験状況であるかを確認し、今後の教育上の参考にすることは意義あることである。

この度の調査によってその概要を知ることができた。表1は受験と合格の状況を示すものであり、表2は広島県の2級建築士試験と全国の1級建築士試験の状況を示したものである。図1は両者を比較対照したものである。この調査の発端は毎年の試験の度に、国や県から公表され、業界新聞紙上で知る本校卒業生の成績があまりにもよいので、果して全国的にも同様であるか否かを知りたいことで

表1 建築士受験状況

卒業 期	受験 意志 無/有	2 級					1 級					回 答 数 / 対 象 数
		1 回 目		2 回 目			受験 意志 無/有	1 回 目		2 回 目		
		合格 数 / 受験 数	合格 率 %	合格 数 / 受験 数	累 計 合格 率 %	合格 数 / 受験 数		合格 率 %	合格 数 / 受験 数	累 計 合格 率 %		
1 期	12/10	7/9	87.5	2/2	100	0/22	15/22	68.2	5/7	90.9	22/31	
2 期	12/8	6/8	75.0	0/0	75.0	0/20	17/20	85.0	3/3	100	20/33	
3 期	7/7	4/7	57.1	3/3	100	0/14	12/14	85.7	2/2	100	14/30	
4 期	6/13	7/13	53.8	3/6	76.9	5/19	11/14	78.6			19/34	
5 期	11/7	3/7	42.9	3/4	85.7	0/16					18/33	
6 期	6/12	7/13	53.8	3/6	76.9	0/13					18/36	
7 期	4/9	2/9	22.2	6/7	88.9	0/13					13/29	
8 期	7/18	12/18	66.7			0/18					25/39	
計	65/149	48/84	57.1	20/30	81.0	5/135	55/70	78.6	10/12	92.9	149/265	
備 考	1. この表は卒業生のうち、住所不明の者を除いた悉皆調査の集計である。 2. 回答のあった中から大学進学者は、1 級建築士関係の集計から除外した。 3. 受験回数 3 以上の回答はなかった。 4. 数字はその項目について回答のあった数である。 5. 合格率は小数 2 位以下は 4 捨 5 入した。											

表2 建築士試験の一般状況

試験区分	級 別	2 級 (広 島 県)			1 級 (全 国)		
		受験者数	合格者数	合格率%	受験者数	合格者数	合格率%
学 科 試 験 (1 次)		1,582	494	31.2	44,530	11,763	26.4
設 計 製 図 試 験 (2 次)		688	346	50.3	16,132	9,405	58.3
学 科 ・ 設 計 製 図 (最 終)		1,783	346	19.4	48,999	9,405	19.2
備考	1. 学科試験(1次)合格者だけが設計製図を受験できるが、他年度の1次合格者も回数に制限はあるものの次回に受験することができる。 2. 2級建築士試験については新制度分について掲げた。						

あった。その結果はこれまで入手していたものと全く一致する好成绩であり、アンケートによる任意調査ではあるが、真憑性は高いものと判断される。表2、図1中、1級建築士試験については昭和51年度、2級建築士については同年度新制度の公表資料によったものである。本校の卒業生については2級建築士関係は8年間の平均、1級建築士にあつては4年間の平均で示したものである。また表中学歴は何れも建築科卒業者のみで比較した。表1、図1で本校卒業生の場合、1級建築士試験の合格率が2級建築士への合格率を12%近く上回っているのは、大企業所の就職者の多くが2級建築士の資

格の必要度が低いいため自信のある者の多くは受験しないこと等に起因するものと判断される。なかには2級建築士試験に不合格のまま、1級建築士は1回で合格した者もあるが、少数とは申せ2級建築士試験で2回目に尚かつ不合格者がある事実は教育した立場からは見逃してはならない一面であろう。

しかしながら一般的に見て本校卒業生が非常に高い合格率を示していることは、1級建築士を第一段階の通過目標として教育してきた我々にとって、この度の成果は大過の無かったものと受け止め、更に自信をもって改善に努力し精進を重ね、一層の向上に励まなければならないものと思う。

2.2 建築士資格に対する実業界での評価

この調査は卒業生の就職先での資格の評価よりも、むしろ資格の評価を卒業生自身がどれ程に意識しているかを知る上での成果が多かった。

本俸や手当等金銭面での資格の特典は中小の事業所に多く、大企業所ではそれらの特典は少なく、1級建築士は当然の要件とされていることが多い。回答の中には「全く特典なし」と記入されたものが意外に多く、回答者の

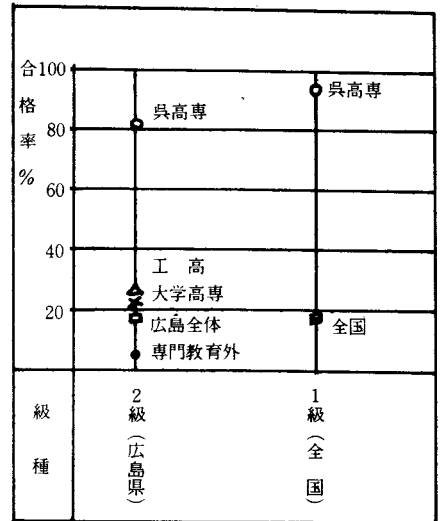


図1 合格率の比較

表3 建築士資格の特典調べ

卒業期	備考		
	ある 回答数	少しはある 回答数	全くない 回答数
1期	9/22	3/22	8/22
2期	6/20	9/20	4/20
3期	0/14	4/14	8/14
4期	0/19	4/19	11/19
5期	6/18	2/18	8/18
6期	6/18	2/18	6/18
7期	1/13	0/13	7/13
8期	8/25	2/25	8/25
計	36/122	26/122	60/122
率%	30	21	49

1. 各期の回答数は返信者全数であり、計の回答数は該当欄に記のあった者の数で集計し、無記入者は除外した。

2. 具体的記入のあった数は43件にとどまり、件数は少なかったが、数例をあげれば次のようなものであった。

イ. 一時祝金として2級建築士 3～10万円
1級建築士 5～20万円

ロ. 毎月給与 2級建築士 1～5千円(手当又は本俸)
1級建築士 1～10千円(同上)

ハ. 登録料(3又は24.5千円)又は受験旅費を会社負担。

ニ. 大企業では管理職への昇進の要件とし、全般に昇給・昇格の差異がある等であった。

感覚の相違からと判断される例が非常に多かった。例えば官公庁に勤務する者では、係長・課長と職階を上進させる際に、建築士でない者は欠格になることが殆んどであるが、意外にもそれらが「全く特典なし」と回答していることである。まだその段階に直面していない者も多かろうが、官公庁に限らず、多くの職場で建築士資格が昇進の優先要件になり、或いは絶対条件となることを未だ認識していないのではなかろうかと疑われる。もっとも、大部分が資格は必要と認め、殆んど受験しつつあるのを見ると単なる表現の誤りとも受取れないこともない。同様に「少しはある」の中には管理職への要件等が大部分を占め、大企業所の勤務者に多かった。

総体的に建築士の制度は充分業界に認識され、不動のものとして定着し、今後各種専門分野に分割される等内容的に変化はあるとしても、制度そのものは医師・弁護士等と共に法定資格として発展改善されるものと思われ、卒業生には改めて意識させる機会を早めたいものと思う。

§ 3 職務・待遇等について

3.1 職務内容

卒業生が在校中に考えていた職務内容と比べると、現在の職務は遥かに複雑になっているが、これを整理統合すれば図2のようになる。30%以上の卒業生が建築設計のうちデザインの面で活躍しており、在校中の志望傾向と一致している。現場係員として工事管理に当たっている者が20%でこれに続いており、建設業界の要望を着実に果してきていることが立証されている。構造設計担当者が10%を超えていることは高専教育のたまものであり、構造計算を一通りマスターしなければ卒業させないとする教室の考え方が反映したものと

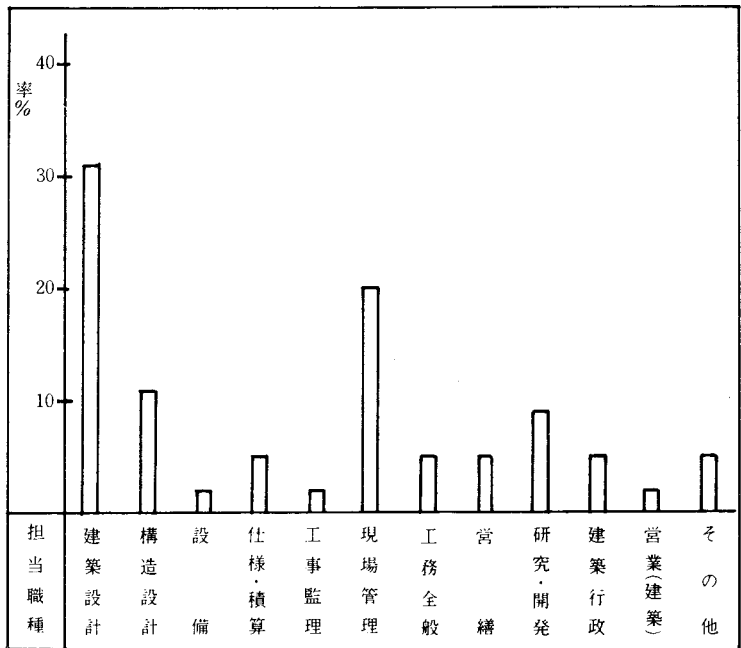


図2 職務内容

判断でき、高専卒業生の評価を高める要因の一つと考えられる。また、予想外に多いのが研究・開発部門で働いている卒業生で、技術者としてのエリートコースでもあり、心強い結果を示している。これらの職務を設計と工事部門及びその他に分けたものが図3の円グラフであり、設計に携わる人達が最も多い現況をあらわしている。図2、図3は1～8期生 132名(現存卒業生 281名)のもので、大学学生10名、無職(女子の結婚退職者)5名計15名を除いている。

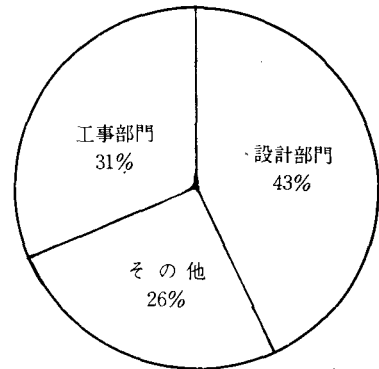
3.2 身分

この点に関しては1期生が現在28才程度であるので、明確な結果はでていないが、表4で傾向をうかがうことはできる。本校卒業後、一般的に技術社員として働いており、初期の卒業生から補佐的業

務を終え、1期・2期の卒業生では主任に登用されている人達も多くなっている。一般に建築設計事務所には小規模のものが多く、さしたる資本も要しないので、若くして独立し、事務所を経営することが可能であり、所長・役員欄の数値にはこれらの卒業生が含まれている。また、高専教育が行き止まりで、国立大学編入も極めて困難とされた初期には編入学学生が少なかったわけであるが、逐次改善され編入学者の増したことも表4の大学在学者分布から明らかである。

3.3 給 与

昭和51年12月の給与及び同年末のボーナスをグラフにしたものが図4である。給与に関しては「差支えなければ記入して下さい」とアンケートに記載したので、他の項目に比して回答率が悪く、40.9%に留まっている。しかしながら、概要の把握はこれで可能となり、同年令層の大学卒技術者・高校卒技術者の全国平均と比較できる。大学卒・高校卒は建築のみでなく、民間企業で従業員500名以上の会社に所属する男子



備 考	設 計 部 門：建築設計，構造設計， 設備設計
	工 事 部 門：現場管理，工事監理， 仕様積算，工務全般， 設備施工
	そ の 他：営繕，研究開発，営業 建築行政，その他

図3 部門別分類

表 4 身 分

	1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	計	率%	備 考
技術社員，技師	13	13	6	12	15	10	5	16	90	72	
主 任	5	3	1			1			10	8	
課 長											
所 長	1							1	2	2	1名事務所自営
役 員			3						3	2	2名事務所
補 佐 員		1	1		1	2	2		7	6	支店採用を含む
そ の 他				1	1		2		4	3	
大 学 学 生					1	3	2	3	9	7	
計	19	17	11	13	18	16	11	20	125	100	

技術者の51年4月における税込み収入で春闘後のものを収録しているので、同列の比較をしてよいものとする。1～3期生では大学・高校卒技術者一般より優位にあることが明らかであり、現在不況産業の一つに数えられる建設部門において、本校卒業生は比較的に恵まれているものと考えられる。個人的な給与不満はアンケートにもあらわれているが、それらの場合は概して平均以下で止むをえないものであろう。

ボーナスに関しては建築部門内部においても、企業種別・規模等によって著しい差があり、この程度の回答数集計では適確に判断できないので、単なる参考資料と考えるべきものである。

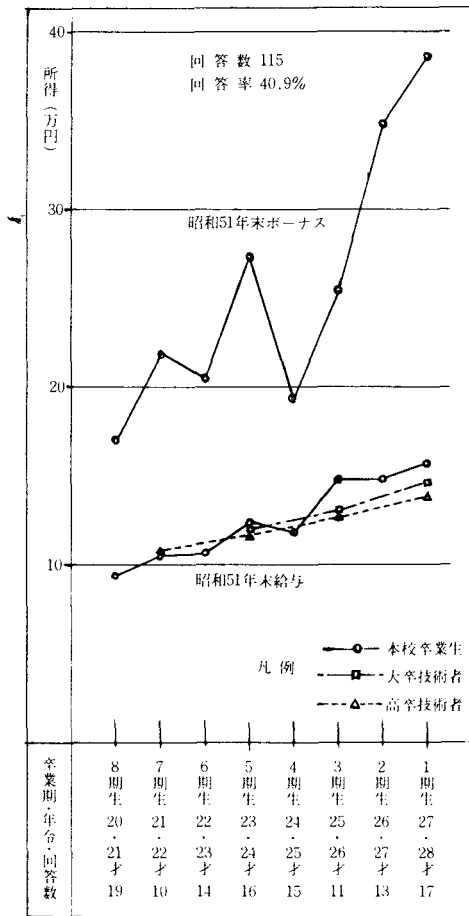


図4 建築学科卒業生給与等

3.4 職務・待遇に対する満足度

「現在の仕事又は待遇に満足しているか」との問いに対する答は図5のとおりで、3期生までは、満足している者のほうが多いが、4期生からは、不満な者が上回り、とくに4、5期生は、満足と答えた

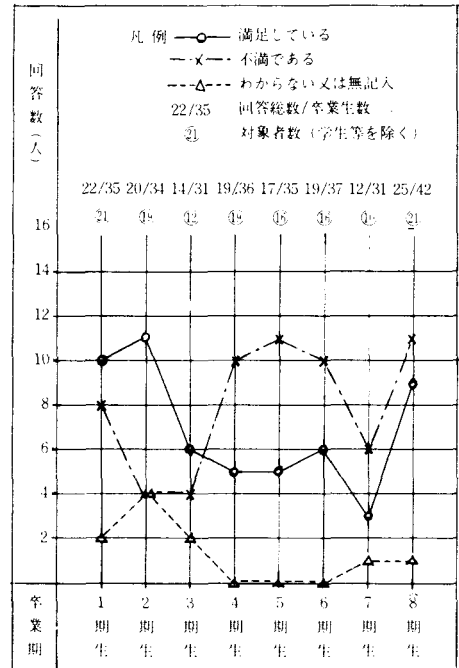


図5 職務・待遇に対する満足度

者の2倍に達している。ただし、社会人になって一番日の浅い8期生は、満足9人に対して、不満は11人で、その差が少なくなっている。なお、表5と図6では、現在大学生であるものと、女子の卒業生で家庭に入っている者は集計から除いてある。1～8期生を合計すると、次のとおりとなる。

満足している者……………55人 (41%)

不満である者……………64人 (48%)

わからないとした者 } ……14人 (11%)

又は無記入の者

不満の理由で、その多い順、卒業期順に整理したものが表5である。

表5 不 満 の 内 容

不 満 の 理 由	数	卒 業 期 別
給料が少ない（ボーナスを含む）	12	1, 3, 5, 6, 8
大卒と給与格差（同年令）あり	4	2, 3, 4
営利・営業優先で、技術過少評価	3	1, 2, 5
職務内容がマンネリ化	3	1, 4, 8
上司の人柄に難あり	2	2, 5
転勤・転属の要望がいられない	2	5, 6
営業に向かない	2	5, 8
高校卒と同じ扱い、大学・高校の高卒寄り	2	2, 4
管理職手当の支給がない	1	1
現場の工程で個人生活が左右される	1	2
ゼネコンの設計部に限界を感じる	1	2
プログラム開発で、建築設計・現場に携われない	1	2
工場の設計ばかりである	1	3
年功型が消えていない	1	3
学歴による人事管理をやっている	1	4
建築行政に不適當	1	4
退廃ムードあり	1	5
時間にルーズ	1	5
不満はあるが悔なし	1	5
労働条件が悪い	1	6
新入社員なく、最末席	1	6
増築・修繕の設計が多い	1	6
女性として仕事上支障がある	1	6
古い形式にこだわっている	1	7
鉄骨構造に限られている	1	7
女性であるため雑事が多い	1	8
大規模建築に携わりたい	1	8
多 忙	1	8
職務（現場、施工図）不適當	1	8
仕事が単純過ぎる	1	8
プレハブで設計が流れ作業的	1	8

3. 5 学歴差に対する意識

設問「職場で学歴による不当と思われる扱いがありますか」、この問いに対する答は図6のとおりで、「不当」という受け取りかたが、まちまちであると思われるが、各期とも不当な扱いは無いと答えた者が多い。1～8期を集計すると、次のとおりとなる。

不当と思われる扱いがある……………22人（16%）

な い……………94人（71%）

わからない、無記入……………17人（13%）

3. 6 将来に対する抱負

仕事面、生活面、その他に分け、それぞれ、回答数の多い順、卒業期順に整理したものが表6である。仕事面については「独立したい」、「設計事務所を開設したい」が計15で回答数の30%を占めている。このことは建築学科卒業生の特徴を示しており、在校生でも同様な傾向をもっている。その他抱

表6 抱 負 等

区分	回 答 内 容	数	回 答 者 の 別 卒 業 期
仕事面	独立したい	8	2, 4, 5, 6, 7, 8
	設計事務所を開設したい	7	1, 2, 4, 5, 6
	構造をマスターしたい	4	2, 5, 6, 8
	専門技術を持ちたい。建築家を目標	4	5, 6, 8
	工事現場管理を続けたい(自信・責任をもって)	3	1
	早く一級をとること	3	5, 6, 7
	海外現場を希望	2	2, 7
	設計関係の仕事をしたい(現在行政・現場)	2	4, 5
	建設産業の下請機構の抜本的改革をしたい	1	1
	ライフ・ワークの設定・実行	1	1
	大学へ行き再勉強して教員になりたい	1	1
	育児時期を過ぎたら仕事を再開したい(女子)	1	1
	建築総合請負業の経営	1	2
	施工上の管理部門に入りたい	1	2
	現在の会社を辞めて設計事務所で働きたい	1	3
	建築技術のみに偏せず幅広い企業の組織化をめざす	1	3
	家庭と仕事を両立させて満足である(女子)	1	3
	設計事務所を開設して1年故何事もこれから	1	3
	実力をつけた後は運を天に任かす	1	5
	建築から足を洗う予定	1	6
生活面	将来は作業所で仕事をしたい	1	6
	建築の仕事(プランニング)をやりたい	1	6
	大きな仕事のプロジェクトチームで活動したい	1	8
	自由な空間設計をやりたい	1	8
	地元で転職したい。帰りたい	6	1, 2, 3, 6, 8
学校への註文等	安定性のある他社に移りたい	2	8
	自分の時間を持ちたい	1	2
	年相応の落着きを持つこと	1	5
	取れそうな資格を全部とりたい	1	8
	根性のある人物の育成に努めてほしい	1	1
学校への註文等	高専の技術が身につきよかった(女子)	1	3
	意匠・構造・設備……と分けてはどうか	1	4
	図学が不足	1	4
	選択性の導入	1	6

負の大半は堅実で、中堅技術者として望ましい抱負を述べている。また、生活面においては時代の流れを反映して、巷説のようにUターン希望者が第1位を占めている。

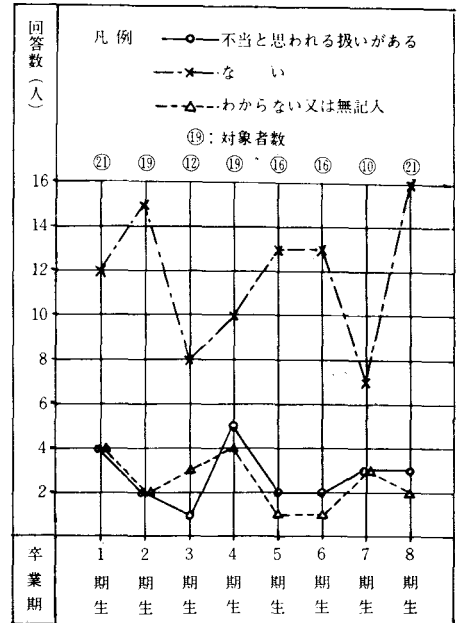


図6 学歴差別の有無

§ 4 結 び

このアンケートにより、過半に及ぶ本校建築学科卒業生の現況が把握でき、さらに次のような結果をえている。

- (1) ことに1級建築士試験において抜群の好成績をあげている。
- (2) 大半の卒業生が、高専建築学科卒業生にふさわしい職務に従事し、比較的恵まれた待遇を受けている。
- (3) 現況に対しては不満足が、満足している者をやや上回っているが、不満の種々相が明らかになった。
- (4) 設計業務を中心として、独立を目指している者が多数に及んでいる。

以 上

謝 辞

本調査を実施するのに建築学科教職員のお力添えをいただき、多数の卒業生の協力をえたことに深謝する。

文 献

「民間給与の実態」(昭和51年職種別民間給与実態調査の結果) 人事院給与局編

(昭和52年10月29日受付)

表7〔アンケート〕

Ⅰ. 建築士試験について

問い 区分	問　　い　　の　　内　　容	答（該当欄に○をつけ、必要事項を御記入下さい。）
A	2級建築士試験を受けたことがありますか。	(1) あ る (2) な い
	受けた場合何回目で合格しましたか。	(3) 1回目 2回目 3回目 4回目
	すでに免許を受けましたか。	(4) は い (5) い い え
	受けなかった方は、その理由をおきかせ下さい。 できれば具体的に（ ）内に御記入下さい。	(6) 1級建築士をとるから必要がない。 (7) 職場で必要がないから。 (8) その他（ ）
B	1級建築士試験を受けたことがありますか。	(9) あ る (10) な い
	受けた場合は何回目で合格しましたか。	(11) 学科 1回目 2回目 3回目 4回目 (12) 設計製図 " " " "
	すでに免許を受けましたか。	(13) は い (14) い い え
	受けていない方はその理由等をおきかせ下さい。	(15) 受験資格がなかったから (16) 資格ができた たら受ける予定である (17) 当分受ける考 えはない (18) 雇庸者側が希望しないから (19) 忙がしく準備ができなかったから
C	建築士の資格について職場で特典があれば知らせて下さい。 できれば具体的に給料、手当役職等の差があればお知らせ下さい。	(20) あ る (21) 全くない (22) 少しあるらしいがかたちに表せない (23) 具体的に（ ）

Ⅱ. 職務と待遇等について

D	所属部門の正式な呼称	(24) 例 ○○建設（株）○○支店 設計課（構造係）
	主な担当業務 主要なものを○で囲んで下さい。 その他の場合は適当に業務名を記入して下さい。	(25) 設計（デザイン）、構造計算、設備設計、仕様積算、工事現場監理、工事現場管理（現場員）、施工図、資材、工務一般、営繕、営業、試験、研究、開発 (26) その他 （ ）
E	現職場に入社（所）してどの位経過しましたか。	(27) （ ）年（ ）ヶ月
	社（所）内における現在の身分（地位、役職、資格） この項と下欄の事項は就職指導上の参考とするだけで、個人の秘密は厳守致しますので差支えなければ御記入下さい。	(28) 補佐員、技師、工事主任、係長、課長補佐、部長、所長 (29) その他（ ）
	昭和51年12月の給与 " 51年末のボーナス	(30) 本 俸 円（月額） 手 当 円 計 円（税込み総額） ボーナス 円（ ）
F	現在の仕事又は待遇に満足しているか。	(31) は い (32) い い え
	職場で学歴による不当と思われる扱いがありますか。	(33) あ る (34) な い
	不満がある場合はその理由等をお知らせ願います。	(35) 理由等（ ）
	仕事或いは生活の面等で将来に対する抱負（計画）等何でもおきかせ下さい。	(36) その他（ ）

Ⅲ. 卒業設計の処分について

G	<p>1978年1月までに処分（焼却を原則とする）を予定しております。</p> <p>ついては、それ以前に受領に来校される場合はそれまで保留しますが、梱包等の都合で返送はできません。1977年4月末までにお返事がないと焼却になります。委任受領でも差支えありませんから必ずお返事下さい。</p> <p>なお、是非必要の場合は概要を引伸ばし複成できる見込ですので御相談下さい。</p>	<p>(37) 学校で処分してよい。</p> <p>(38) 1978年1月末までに必ず受領に母校へ行く。それまでに行かなければ処分してよい。</p> <p>第（ ）期卒業 氏名（ ）</p>
<p>御協力有難うございました。</p> <p>G項の御回答の外は切離して処理し、個人の身辺に御迷惑のかからないように注意しますのでどうか御放念下さい。</p>	<p>← この線から切離されて右方の回答欄だけを返送しても結構です。必ず上記の氏名を記入しておいて下さい。</p>	

編 集 委 員

久	保	田	勲
下		村	登
笠	松	義	隆
広	光	清	次郎
中	野	修	治
門	前	勝	明

呉工業高等専門学校 研 究 報 告

第13巻 第2号 (1978)
(通巻 第21号)

昭和 53 年 3 月 印 刷
昭和 53 年 3 月 発 行

編集兼
発行者 呉工業高等専門学校
〒 737 呉市阿賀南2丁目2-11
電話 呉 (0823) 71-9121

印刷所 た く み 印 刷 (株)
〒 733 広島市井の口町1706-3
電 話 (0822) 71-6111

MEMOIRS OF THE KURE TECHNICAL COLLEGE

1. A Comparative Description of British and American English Ryoji KUMAGAWA..... 1
2. Studies on the Parabolic Profile Cam with an Oscillating Follower (Report 1)
—Circular Arc Follower— Hironori ITOSHIMA..... 23
3. Studies on the Specific Sliding of the Constant Second-Acceleration Cam
with the Oscillating Follower (Report 2) —Flat Plate Follower— ... Hironori ITOSHIMA..... 35
4. Researches into Light Sources for Stores Kazuhiko HARADA..... 49
5. A Study on One Way Continuous Rectangular Plates with Elastic Supports
..... Seirō MARUGAMI..... 55
6. On the Inquiry about Graduates from Architectural Course
..... Yoshiji TAKAI and Sakae AOKI and Kazuyoshi SEI..... 77