

## 上路式溶接プレート ガーダー道路橋における 主桁および床組の配置について

遠 藤 篤 康\*

### 1. 計算の範囲仮定

支間：10～50 m (特別の場合を除いては 5 m おき)  
 幅員：5.5, 6.0, 7.5, 9.5, 12.0 m (歩車道区別なし)  
 等級：1 等橋および 2 等橋  
 床版：コンクリートの許容曲げ圧縮応力度 55 kg/cm<sup>2</sup>  
 床版の主桁よりの張出部分の長さ約 50 cm (幅員 6.0 m の特別の場合を除く)  
 高欄，地覆の重量：270 kg/m  
 主桁の計算では，対傾構および床版の剛性を考慮しないことにする。

### 2. プレート ガーダーの断面積

#### (1) 桁 高

プレート ガーダーの腹板に水平補剛材を用いないときと，用いたときについて，おのおのの桁高を  $D_1, D_2$ ，腹板の厚さを  $t_1, t_2$  とすれば，道示<sup>1)</sup>により， $D_1 \leq 160 t_1$ ， $D_2 \leq 200 t_2$  となる ( $D_2$  は圧縮フランジ側から  $D_2/5$  の位置に水平補剛材を設けたとき)。経済的桁高<sup>2)</sup>は次のとおりである。

$A_c, A_f$ ：圧縮および引張側のフランジの断面積  
 $A_w, A_s$ ：腹板およびプレート ガーダーの断面積 ( $A_s = A_c + A_f + A_w$ )  
 $D, t$ ：桁高および腹板の厚さ  
 $\sigma_{ca}, \sigma_{ta}, M$ ：鋼桁の許容曲げモーメント  
 プレート ガーダーの上下フランジには

$$\left. \begin{aligned} A_c &= \frac{M}{\sigma_{ca} \cdot D} - \frac{2\sigma_{ca} - \sigma_{ta}}{b \cdot \sigma_{ca}} \cdot A_w \\ A_f &= \frac{M}{\sigma_{ta} \cdot D} - \frac{2\sigma_{ta} - \sigma_{ca}}{b \cdot \sigma_{ta}} \cdot A_w \end{aligned} \right\} \dots\dots(1)$$

が成立し，断面積は

$$A_s = \left( \frac{M}{D} + \frac{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}}{b} \cdot A_w \right) \cdot \frac{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}}{\sigma_{ca} \cdot \sigma_{ta}} \dots\dots(2)$$

となる。 $A_s$  を最小ならしめる  $D_1$  および  $D_2$  は次のとおりである。

$D_1 = 160 t_1$  の場合

$$\frac{dA_s}{dD_1} = \frac{d}{dD_1} \left( \frac{M}{D_1} + \frac{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}}{b} \cdot \frac{D_1^2}{160} \right) \cdot \frac{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}}{\sigma_{ca} \cdot \sigma_{ta}} = 0$$

$$\therefore D_1 = \sqrt[3]{\frac{3 \times 160}{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}} \cdot M} = \sqrt[3]{\frac{480}{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}} \cdot M} \dots\dots(3)$$

$D_2 = 200 t_2$  の場合

$$D_2 = \sqrt[3]{\frac{3 \times 200}{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}} \cdot M} = \sqrt[3]{\frac{600}{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}} \cdot M} \dots\dots(4)$$

$$D_2/D_1 = \sqrt[3]{\frac{600}{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}} \cdot M} / \sqrt[3]{\frac{480}{\sigma_{ca} + \sigma_{ta}} \cdot M} = 1.08 \dots(5)$$

図-1 (a) は，与えられた  $M$  に対する経済的桁高を示し，さらに種々の桁高を仮定し (2) 式より求めた  $A_s$  と，(3) および (4) 式の経済的桁高を有する  $A_s$  とを比較したものである。各  $M$  に対して  $D_1$  および  $D_2$  を比較すれば， $D_2$  は  $D_1$  より約 8% だけ高く ((5) 式参照)，リベット接合の桁高<sup>3)</sup>に対して  $D_1$  は約 10% だけ高くなっている。

#### (2) 経済的断面

$D_1, D_2$  に相当するプレート ガーダーの断面積を  $A_{s1}, A_{s2}$  とすれば，これらは近似的に  $M$  の関数であらわされる。

$$A_{s1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{(\sigma_{ca} + \sigma_{ta})^{1/3} \cdot (\sigma_{ca} + \sigma_{ta})}{2(3 \times 160)^{1/3} \cdot \sigma_{ca} + \sigma_{ta}} \cdot M^{2/3} = K_1 \cdot M^{2/3} \dots(6)$$

ただし  $K_1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{(\sigma_{ca} + \sigma_{ta})^{1/3} \cdot (\sigma_{ca} + \sigma_{ta})}{(3 \times 160)^{1/3} \cdot \sigma_{ca} + \sigma_{ta}}$

$$A_{s2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{(\sigma_{ca} + \sigma_{ta})^{1/3} \cdot (\sigma_{ca} + \sigma_{ta})}{(3 \times 200)^{1/3} \cdot \sigma_{ca} + \sigma_{ta}} \cdot M^{2/3} = K_2 \cdot M^{2/3} \dots(7)$$

ただし  $K_2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{(\sigma_{ca} + \sigma_{ta})^{1/3} \cdot (\sigma_{ca} + \sigma_{ta})}{(3 \times 200)^{1/3} \cdot \sigma_{ca} + \sigma_{ta}}$

$D_1 = 128 \text{ cm}^{4)}$  未満でも  $t_1 = 8 \text{ mm}$  としなければならぬから，この場合は  $A_{s2}$  の値を補正しなければならない。いま，その補正すべき係数を  $C_1$  とすれば，

$$C_1 = \frac{(A_{s1})}{A_{s1}} = \frac{2}{3} + \frac{160 \times 0.8}{3 \cdot D_1} \dots\dots(8)$$

となる。 $C_1$  の値は表-1 のとおりであり， $M = 115 \text{ t-m}$  未満の場合に適用する。

(6)，(7) 式より

$$\frac{A_{s2}}{A_{s1}} = \frac{K_2}{K_1} = 0.93 \dots\dots(9.a)$$

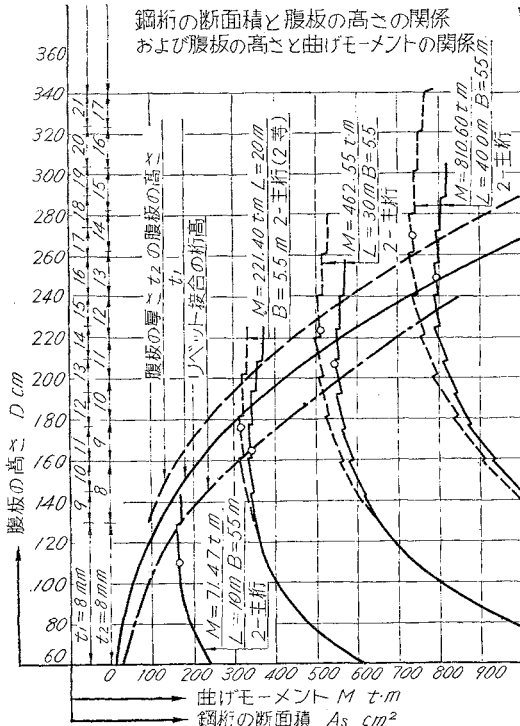
水平補剛材の断面積 ( $A_{s2}$  の約 2%) を加えれば

$$\frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0.93 + 0.02 = 0.95 \dots\dots(9.b)$$

\* 正員 日本大学講師，工学部土木工学教室  
 1) 道示：鋼道路橋設計方書  
 2) 経済的桁高：プレート ガーダーの断面積を最小ならしめる腹板の高さ

3) リベット接合の桁高：山形脊面間距離をいう  
 4)  $t_1 = D_1/160$  であるので  $D_1 = 160 \times 0.8 = 128 \text{ cm}$  となる。

図-1 (a) (b)



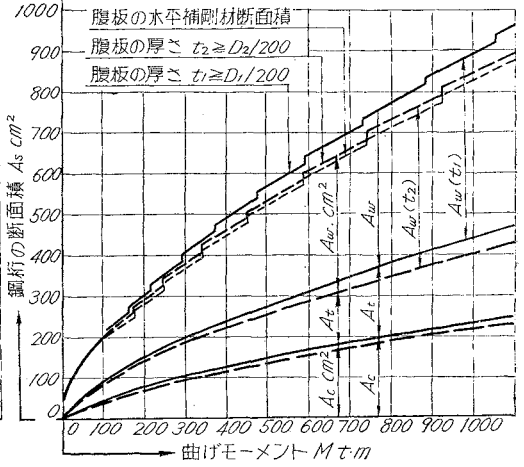
曲げモーメントと鋼桁の断面積の関係

$$t_1 \geq D_1/60, \quad t_2 \geq D_2/200 \quad (\text{水平補剛材製})$$

$$D_1 = \sqrt[3]{\frac{480}{\sigma_{ca} - \sigma_{ca}} M}, \quad D_2 = \sqrt[3]{\frac{600}{\sigma_{ca} + \sigma_{ca}} M}$$

$$A_s = \left\{ \frac{M}{D} + \frac{\sigma_{ca} + \sigma_{ca}}{6} \cdot A_w \right\} \left( \frac{\sigma_{ca} + \sigma_{ca}}{\sigma_{ca}} \right)$$

$$A_c = \frac{M}{\sigma_{ca} D} - \frac{2\sigma_{ca} - \sigma_{ca}}{6\sigma_{ca}} A_w, \quad A_t = \frac{M}{\sigma_{ca} D} - \frac{2\sigma_{ca} - \sigma_{ca}}{6\sigma_{ca}} A_w$$



となる。これは  $M$  の大きさに関係なく一定であつて、 $A_{s2}$  の方が約5%小さくなる。

表-1 係数  $C_1$

$M$ (t-m)	$C_1$	$M$ (t-m)	$C_1$
10	1.41	50	1.10
15	1.32	60	1.07
20	1.26	80	1.04
25	1.21	100	1.01
30	1.18	115	1.00
40	1.13	120	1.00

図-1 (b) は、各  $M$  に対して  $A_{s1}$  および  $A_{s2}$  を求めたものであり、 $A_c$ 、 $A_t$ 、 $A_w$  の間には次の関係がある。

$$A_c + A_t = A_w \quad \therefore A_s = 2A_w \dots \dots \dots (10)$$

経済的断面を有するプレート ガーダーでは、フランジの断面積の和は腹板の断面積にほぼ等しい。

### 3. 多主桁を並列して、床版を主桁の上に置くプレート ガーダー

多主桁を並列して床組を用いないプレート ガーダーの総鋼重量は、主桁の間隔に左右される腹板に使用する垂直補剛材、横構および対傾構等の断面積は主桁の断面積に比して小さいので無視し、 $n$ -主桁の総断面積を求めれば次のようになる。

$M_{on}$  : 耳桁に作用する最大曲げモーメント  
 $M_{in}$  : 中桁に作用する最大曲げモーメント  
 $\Sigma A_n$  :  $n$ -主桁の総断面積

$$\Sigma A_n = K \{ 2 \cdot M_{on}^{2/3} + (n-2) \cdot M_{in}^{2/3} \} \dots (11)$$

ただし、 $K$  :  $K_1$  または  $K_2$  ((6)および(7)式参照)

図-2 は各幅員および支間について主桁数 2~6 本(主桁間隔 1~4 m) の範囲で (11) 式から  $\Sigma A_n$  を計算したもので、いずれの場合も主桁数を減らして、主桁間隔を広く配置した方が  $\Sigma A_n$  は少なくなる。経済的主桁配置は表-2 のとおりである。同様の方法で旧道示によると、幅員 5.5, 7.5 m の場合は主桁間隔が約 2.2 m のとき  $\Sigma A_n$  が最小となる。特に幅員 5.5 m 未満では、主桁間隔を約 4 m くらいまで広げた方が有利であつて、これらの詳細は表-3 に示してある。

表-2 に示す主桁配置のときの総断面積を 100% として、順次主桁数を増し、主桁の総断面積の増加割合を求めれば、一般に主桁間隔が約 1.5~4 m の範囲では、主桁を 1 本増すごとに幅員および支間に関係なく約 10% づつ増加している。短支間(約 20 m 未満)では、この傾向はさらにいちじるしい。

表-2 経済的主桁配置

等級	幅員	主数	主間
2	5.5 m	2	4.00 m
2	6.0	2	4.00
1	7.0	3	3.25
1	9.0	3	4.00
1	12.0	4	3.66

主数: 主桁数      主間: 主桁間隔

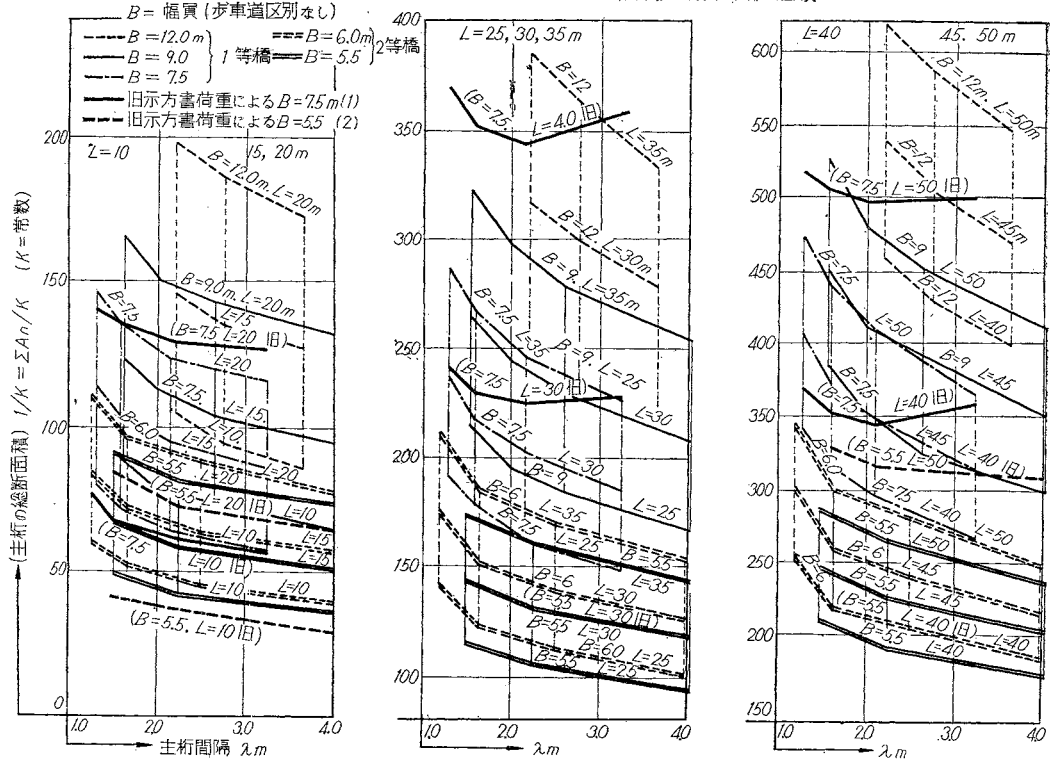
表-3 同左(旧示方書)

支間	幅員 5.5 m		幅員 7.5 m	
	主数	主間	主数	主間
10 m	2	4.00 m	3-4	{ 3.25 m 2.17
20	2	4.00	3-4	{ 3.25 2.17
30	2	4.00	4	2.17
40	2-3	{ 4.00 2.25	4	2.17
50	2-3	{ 4.00 2.25	4	2.17

主数: 主桁数      主間: 主桁間隔

図-2

床組のないプレート・ガーダーの主桁間隔と鋼桁の総断面積



4. 主桁間に床組を設けたプレート ガーダー

(1) 床組に縦桁と床桁とを配置したプレート ガーダー

主桁の総断面積は (11) 式から求められ、床組の総断面積は床桁の総断面積を主桁の長さの方向に換算し、縦桁の総断面積に加えればよい。両者の総断面積の和は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \Sigma A_{nf} : & \text{主桁と床組との総断面積} \\ M_s, M_c : & \text{縦桁, 床桁に作用する最大曲げモーメント} \\ L, N : & \text{支間および縦桁数} \\ l_s, l_c : & \text{床桁および主桁間隔} \\ \Sigma A_{nf} = & K \{ 2 \cdot M_{0n}^{2/3} + (n-2) \cdot M_{in}^{2/3} \} \\ & + \left\{ N \cdot C_1' \cdot M_s^{2/3} + \left( \frac{1}{l_s} - \frac{1}{L} \right) l_c \cdot C_1 \cdot M_c^{2/3} \right\} \quad (12) \end{aligned}$$

$C_1', C_1$  :  $M_s, M_c$  の値に相当する係数 ((8)式参照)

図-3 (a) は、各幅員に対して、2-主桁、縦桁数 1~6 本 (縦桁間隔 4m 未満)、床桁間隔 5~10m の範囲で (12) 式より床組の断面積を求めたものである。一般に床桁間隔が約 6~8m のとき、床組の鋼重量が軽くなり、縦桁数を減らした方がよく、もし縦桁間隔をやや小に配置する場合、床桁間隔は 5~7m に選ぶのがよい。いづれにしても床桁の間隔を 5m 未満に配置することは、床組の鋼重量を増加させる結果となる。

図-3 (b) は、床桁間隔 6~8m、主桁数 2~4 本の場合について、 $\Sigma A_{nf}$  を求めたものである。

一般に短支間で広い幅員の場合には、ある程度まで主桁間隔を狭く選んだ方がよいが、長支間では、主桁間隔を広くとつた方がよい (主桁間隔は約 15m 未満)。例えば、幅員 12m 未満では 2-主桁に床組を配置すればよい。

また、短支間では縦桁間隔を広くとつた方がよく、長支間では、主桁の鋼重量が小さくなるので、縦桁間隔はあまり問題にならないが、縦桁数を偶数とし間隔を広く選んだ方が床桁の負担が軽くなる。各幅員に対して経済

表-4 経済的床組および主桁配置

等級	幅員	主数	主間	縦数	経支間
2	5.5 m	2	4.50 m	1-2	10-50 m
"	6.0	"	5.00	"	"
1	7.5	"	6.50	1-3	"
"	9.0	"	8.00	1-4	20-50
"	12.0	"	11.00	2-6	"
2	5.5	3	2.25	2	
1	7.5	"	3.25	2-4	10-15
"	9.0	"	4.00	"	10-20
"	12.0	"	5.50	"	10-25
1	9.0	4	2.66	3-6	--
"	12.0	"	3.99	"	10-20

主数: 主桁数, 主間: 主桁間隔, 縦数: 縦桁数, 経支間: 経済的支間

図-3

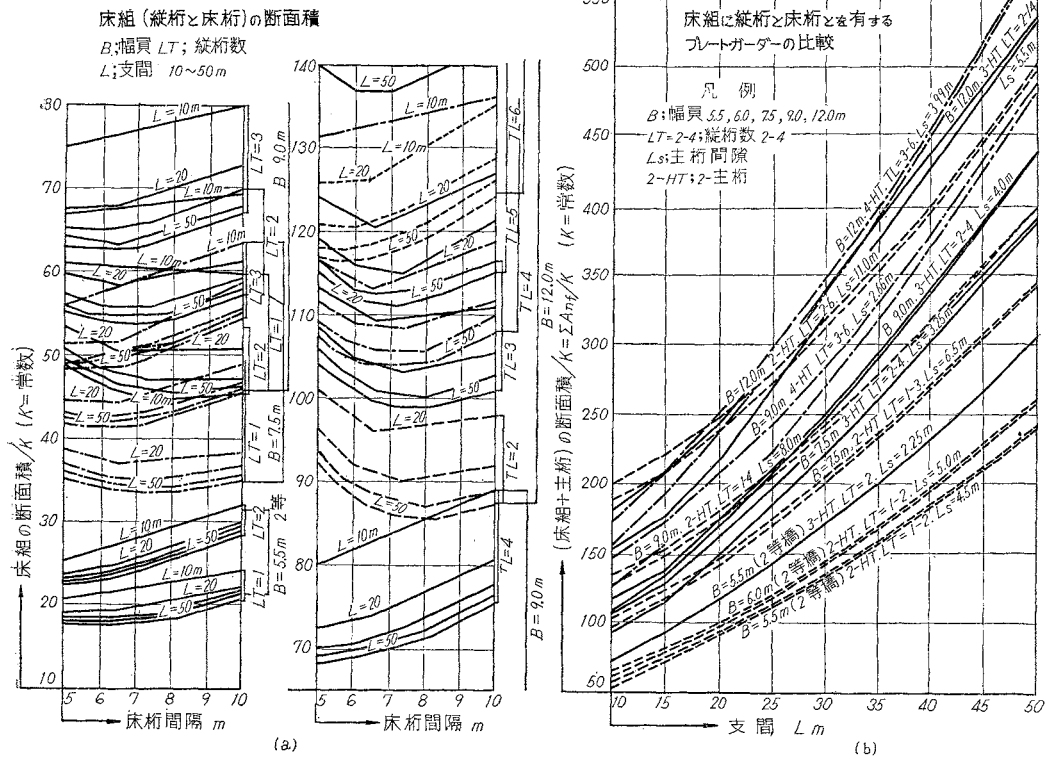


図-4

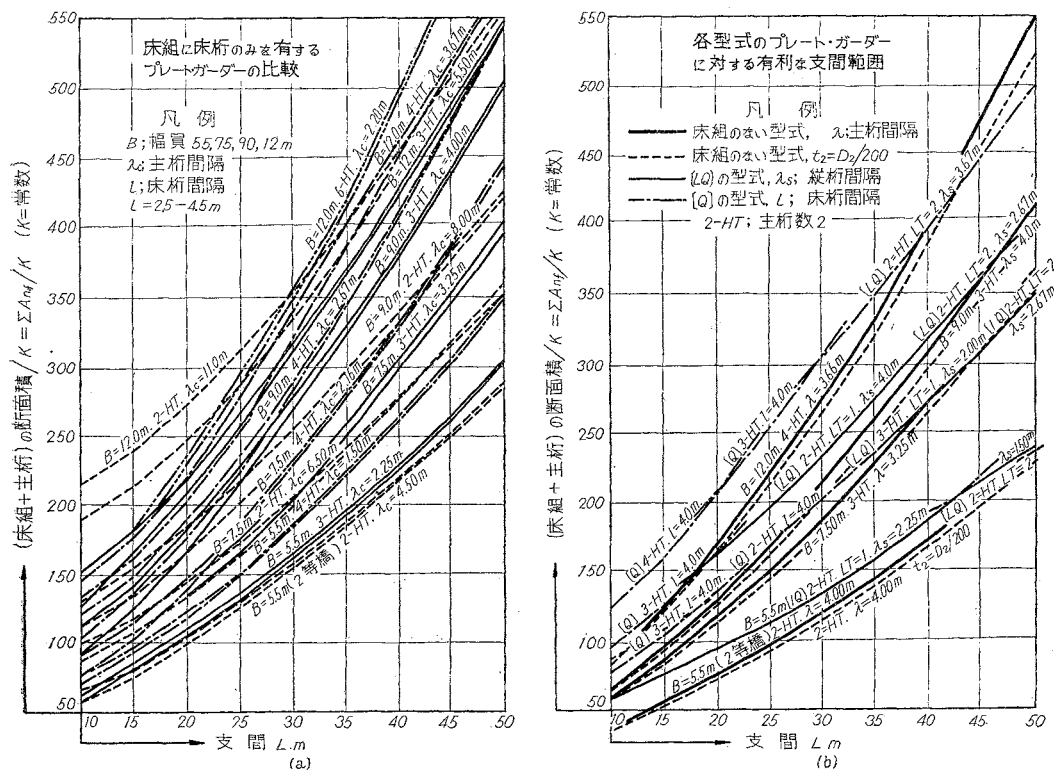


図-5

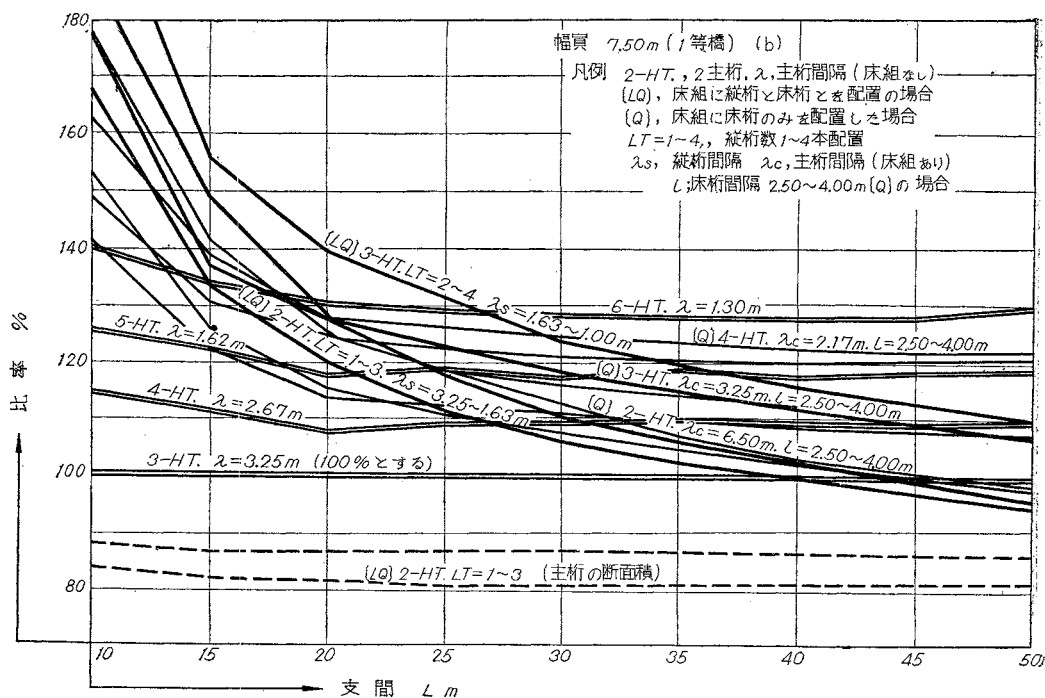
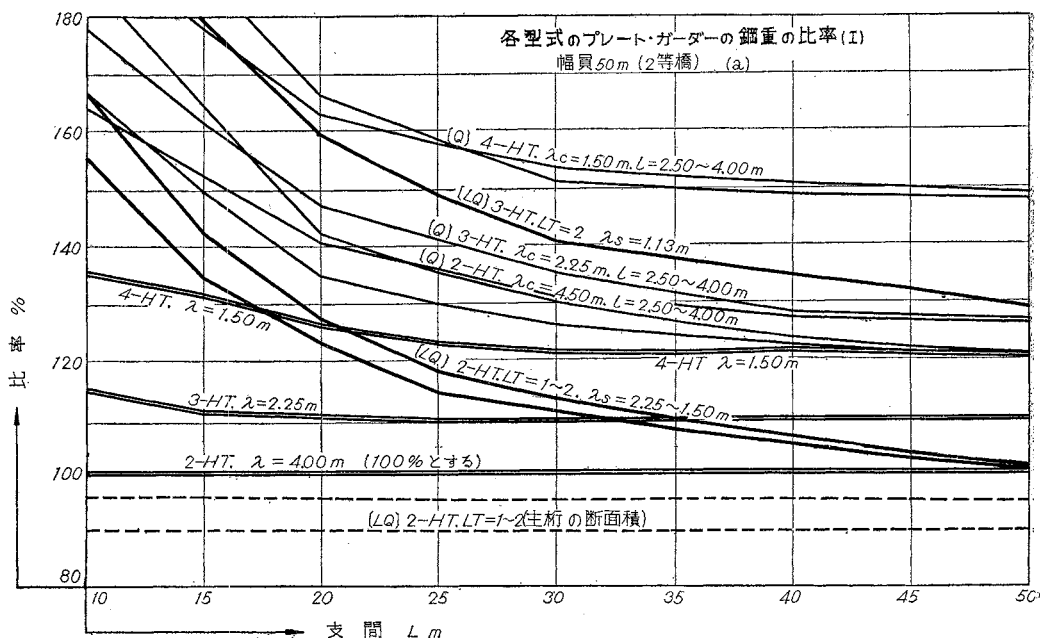


表-5 床組と主桁との断面積の比率 (%)

支間	幅員 5.5 m	幅員 7.5 m	幅員 9.0 m	幅員 12.0 m
10 m	37-47%	43-48%	45-53%	61-70%
20	22-29	23-29	30-41	42-50
30	15-19	18-24	20-30	30-37
40	10-12	13-17	15-22	23-29
50	7-9	10-13	12-17	18-23

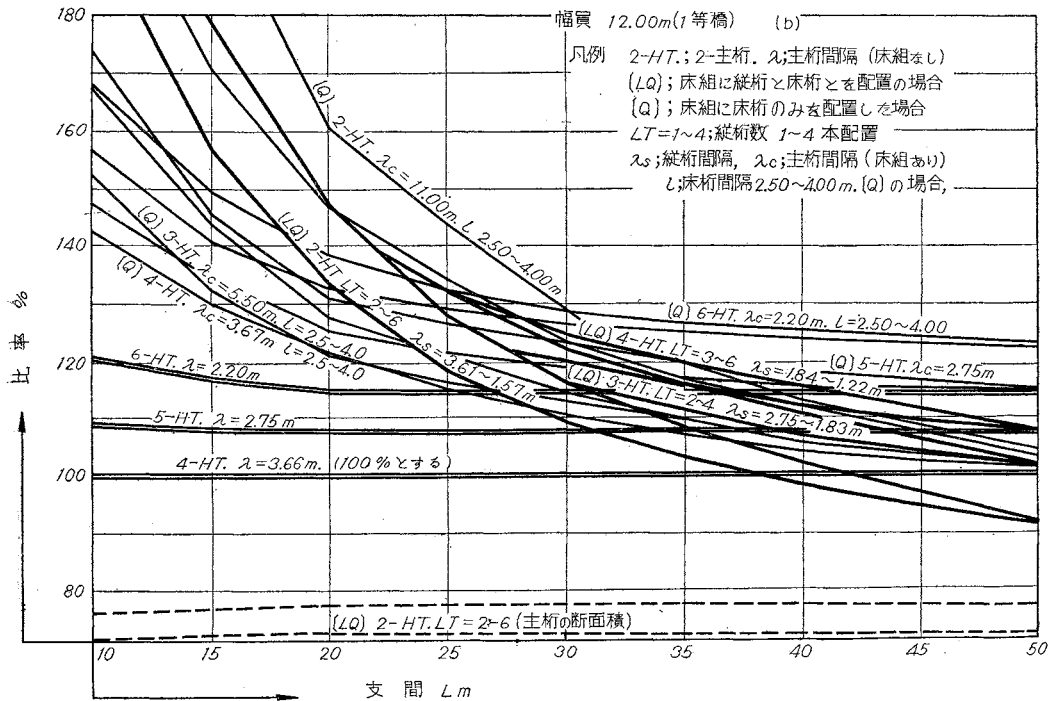
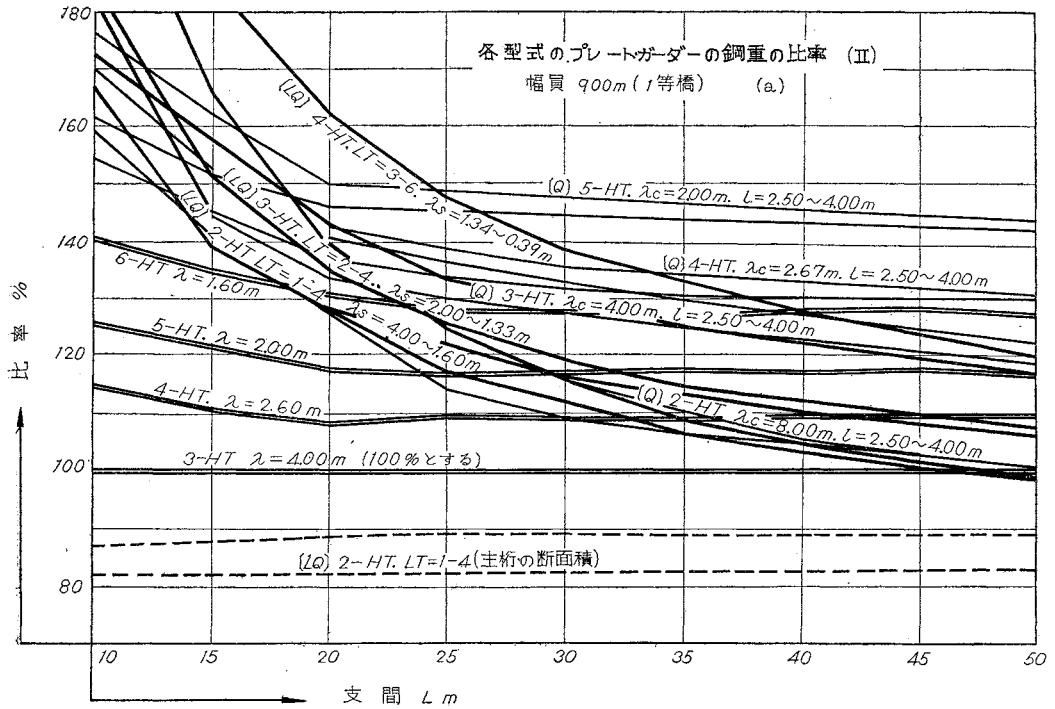
的な主桁および床組の配置を求めたものが表-4である。

表-5 は、床組と主桁との総断面積の比率をあらわしたものであつて、比率は支間に逆比例する。

(2) 床組に床桁のみを配置したプレート ガーダー

図-4 (a) は、各幅員に対して床桁間隔 2.5~4m,

図-6



主桁数 2~6 本, 主桁と床桁との各間隔の比が 2 倍未満のものについては床版を 2 方向版として計算し,  $\sum A_n f$  を求めたものである。一般に短支間 (約 20 m 未満) で

は床桁間隔を 4 m に選ぶのがよく, 長支間では床組は主桁の総断面積に比べて小さいので, 床桁間隔を約 2.5~4 m の範囲で適当に定めればよい。とくに床桁間隔を

1~2.5 m の範囲にとると、総鋼重量が急に増加する。主桁間隔については、例えば幅員 9 m 未満の場合に 2-主桁、幅員 12 m では、3-主桁とするのがよい。

### (3) 床組を配置した場合の両型式の比較

床組に縦桁と床桁を配置したプレート ガーダーでは、幅員 5.5 m の場合支間 50 m 未満、幅員 7.5 および 12 m の場合支間約 30 m 以上、幅員 9 m では支間約 18 m 以上が有利となる。一般に、床組に床桁だけを配置したプレート ガーダーは、短支間で幅員の広い場合に有利であり、床組に縦桁と床桁を配置するプレート ガーダーは、幅員の狭いときは、幅員が広く、長支間の場合に有利である。

## 5. 床組のある場合と、床組のない場合の各型式のプレート ガーダーの比較

表-6 は、各幅員に対して、各型式の有利な支間範囲

表-6 各型式の経済的支間

等級	幅員	床組なし			床組あり		
		支間	主数	主間	支間	主数	縦数
2	5.5 m	10-50 m	2	4.00 m			
"	6.0	"	"	"			
1	7.5	10-40	3	3.25	40-50 m	2	2
"	9.0	10-45	"	4.00	45-50	"	2-4
"	12.0	10-38	4	3.66	38-50	"	"

主数：主桁数

主間：主桁間隔

縦数：縦桁数

および、そのときの主桁、床組の配置を求めたものである。

図-5, 6 は、床組のない型式で表-2 の主桁配置のときの主桁の総断面積を 100% として、床組のある型式を各幅員ごとに比較したものである。普通用いられるような支間約 40 m 未満の場合には、単に主桁を並列しただけの型式を選ぶ方が総鋼重量が軽くなる。長支間では主桁間隔を大きくして、その間に床組を設ける方が有利となる。なお縦桁の計算は、単純桁として行なつたが、2 径間連続桁として計算しても、総鋼重量に対して約 1% の軽減しか計れない。

## 6. 結 言

結論は各項で述べたとおりであるが、以上の結果は荷重の横方向分布を考えると多少変わるものであり、特に幅員の広い場合にいちじるしいと思われる。主桁間隔を大きくすると床版厚および桁高が増大し、鋼重量は減少しても下部工、床版工および取付道路工費が増大する。実際の設計に当つては、これら全体のことがらを考慮して型式を選定することが望ましい。

この研究には文部省科学研究費助成金を受けたこと、日本大学工学部 成瀬教授の指導を受けたことに対して、ここに厚く感謝の意を表する。

## 書 評

### 都市計画

武居 高四郎著

共立出版 刊

本書は著者がその序において述べられているとおり、先に著者が出版された「都市計画」および「都市計画続編」の改訂版ともいべきものであるが、稿を改め、ページ数も相当短縮されている。わが国においては都市計画関係の著書が他の部門にくらべるときわめて少なく、また都市計画自体の技術や制度も戦後大きく変わりつつあるが、この機会に斯界の権威である著者が本書を公刊されたことは喜びにたえない。

内容は地方計画および国土計画をふくめた都市計画の全般について、ほとんど、あますところなく記載されており、そのため実務者としても

つと詳細な説明が欲しいと思われる点も多少あるが止むを得ないことであらう。全体としては非常によくまとまつており、大学のテキスト、または参考書としては申し分ないと思う。

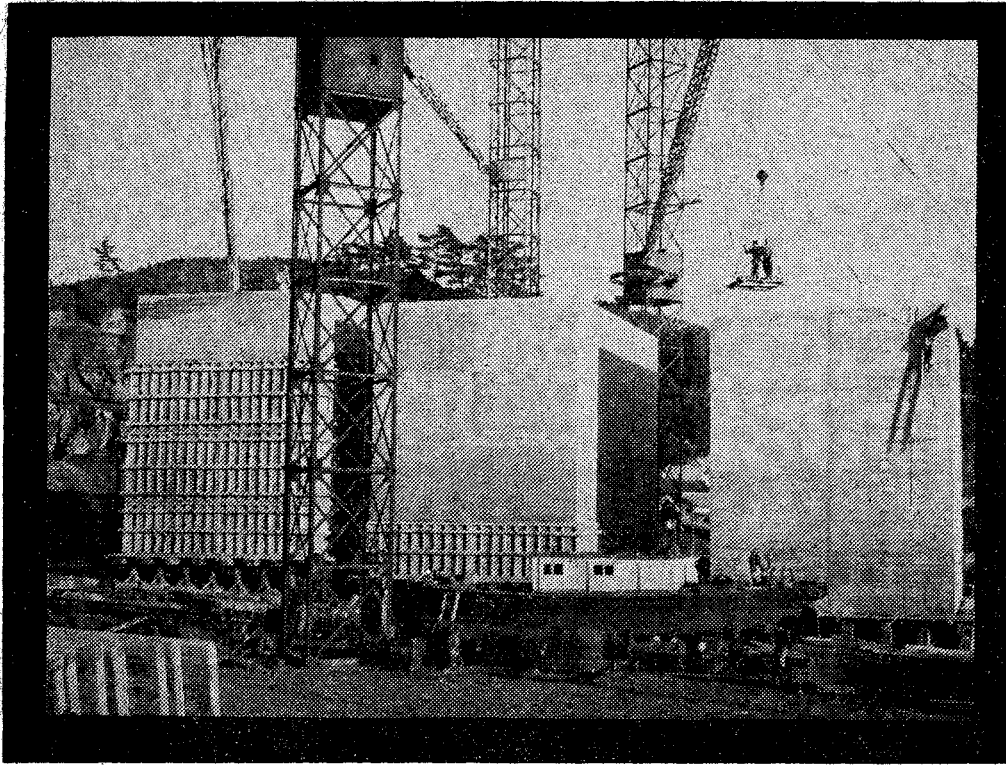
また都市計画の実務者にとつても座右に備えておけば、すぐ役に立てることができるが、あえて欲をいえば、なお二、三実務のより新しい方法が記載されていたら、すつきりしたと思う。例えば街路幅員の項で、本書は旧来の街路構造会の考え方で述べられているが、本年 8 月に制定された、道路構造令によつて頂きたかつたし、広場では実務者が最も頭

を悩ませているのは停車場広場であり、広場面積の算定方式等も記載された方が、より便利であつたと思われる。

また都市計画法制の中でも、都市計画審議会などは、現在制度が変つている。

これら多少の難点はあるが、全般的には先に述べたとおり、非常によくまとまつており、特に先進諸外国の実例を十分に取入れて、わが国の現在の行き方に、示さを与えておられるのは本書の特色ともいえるであらう。

著者：正員・工博・京都大学名誉教授、A 5 判 344 ページ、上製、定価：680 円、昭.33.10.1 発行。



久慈港岸壁用ケーソン 運輸省小名浜港工事事務所

最もよい 最も経済的な

コンクリートを造る

# ポゾリス

セメント分散剤

(説明書贈呈)

製造元

発売元



**日本曹達株式会社**

本社 東京都千代田区大手町2の4  
(新大手町ビル)

電話 東京(211) 代表 2111

支店 大阪市東区北浜2の90

**日曹商事株式会社**

東京都中央区日本橋本町3の5

大阪市東区北浜2の90

名古屋市中区御幸本町通3の6

福岡市天神町(西日本ビル)