



始

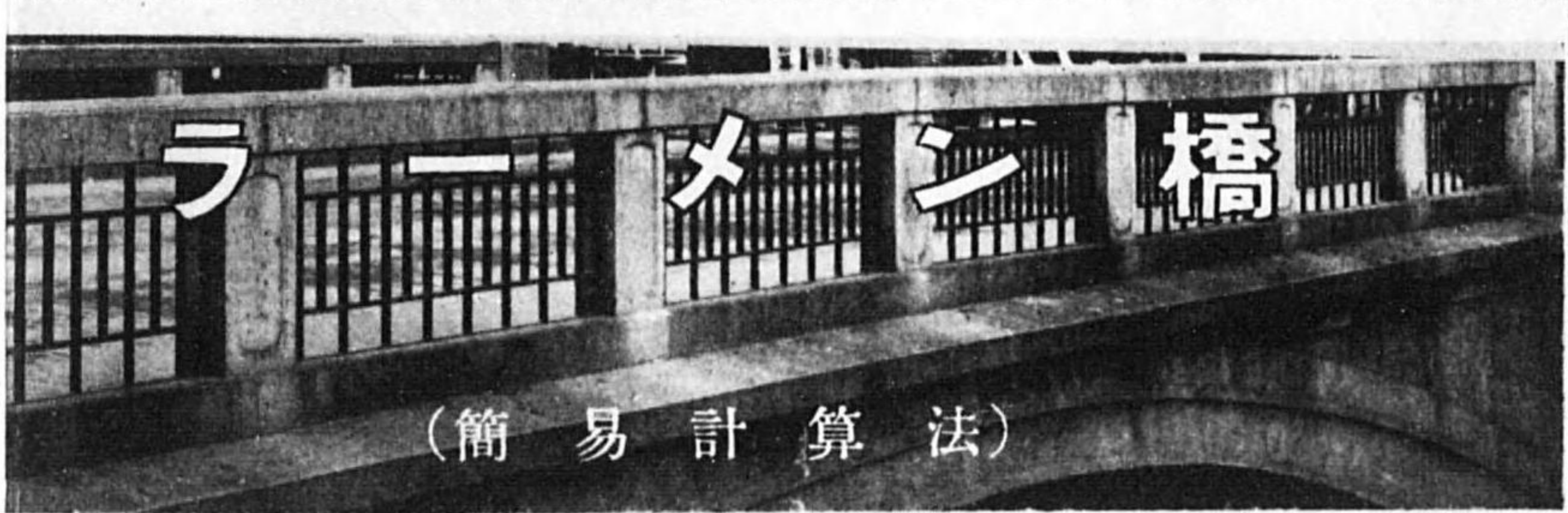


日本ポルトランドセメント同業会編  
パンフレット  
第十三号 ラーメン橋 (簡易計算法)



14.5  
360

パンフレット 第13號

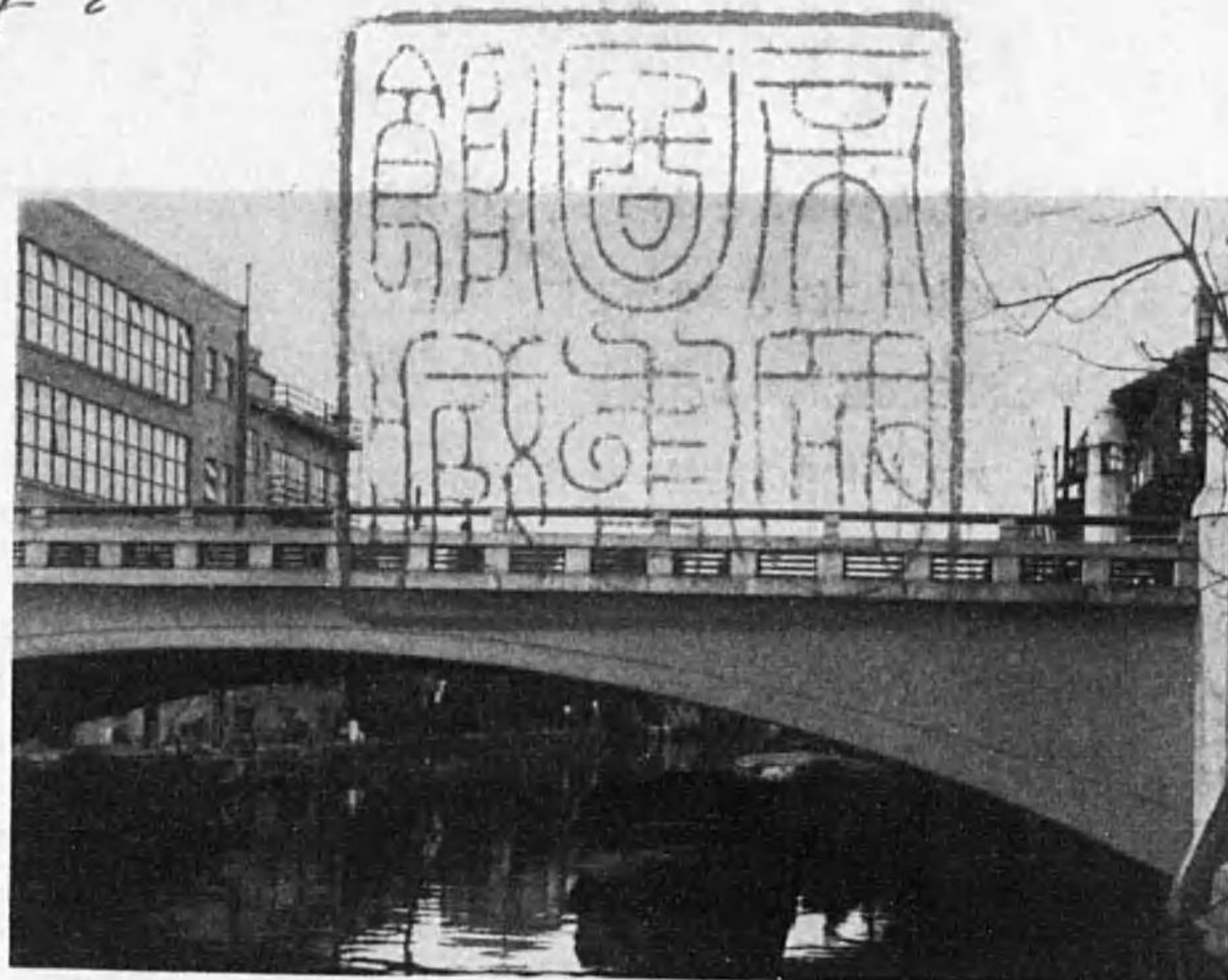


日本ポルトランドセメント同業會編纂



曩に本パンフレット第12號で鐵筋コンクリート橋を發刊した。然しコンクリート小橋の多くは橋臺と一体となつて所謂 rigid frame concrete bridge となつておる、又事實其の方が利益であるが計算の面倒なる點から simple beam bridge の如くに扱つておるものも少くない様である。本パンフレットは rigid frame concrete bridge の計算を簡單に示したもので Beggs, Beretta, Cross, Cross and Morgan, Harder, Hayden, McCullough, Morris, Richart, Slater 等の諸氏の記述に據つたものである。

14.5-360



## I 緒 言

各種構築工事の進歩に伴ひ橋梁工事も最近新型として Rigid frame concrete bridge 所謂 Rahmen 式のものゝ設計されるに至つた。之は種々の状態の元で卓越せる性質を有し徑間 30m前後のものには經濟的のものなるこゝが証せらるるに至つた。

此種の橋梁は橋臺上に支持される版又は桁がコンクリート工の場合に橋臺と共に一体とした場合に稱するものであつて又 2 徑間以上の橋梁が皆支持壁の頂部に固定された場合にも稱ふるものである。

本橋梁は上記の利益の外に他の利益もある。ラーメン式のデッキ (deck) の中心に近い斷面に於ける力率は同じ徑間長の支持デッキのものゝ力率よりは小なるこゝである。其の結果としてラーメンの斷面は減少せられ、橋床版も徑間の中央にて薄くてよい。最も薄い斷面の深さは——徑間の中央に於て——20tトラック載荷に對しては徑間長の  $\frac{1}{40}$  迄減少し得られる、而してデッキの平均深は一般には徑間の  $\frac{1}{25}$  位である。





又此の床版の薄くなし得ることは河底等との明高 (clearance) を大ならしめて通水にもよく又場所に依りては橋を低く架設し得て結局取付道路の築堤等の経費も減少し得る利益がある。

ラーメン式コンクリート橋の結局の経費は少いものである。

その三要項は資金、修繕費、架換費である。

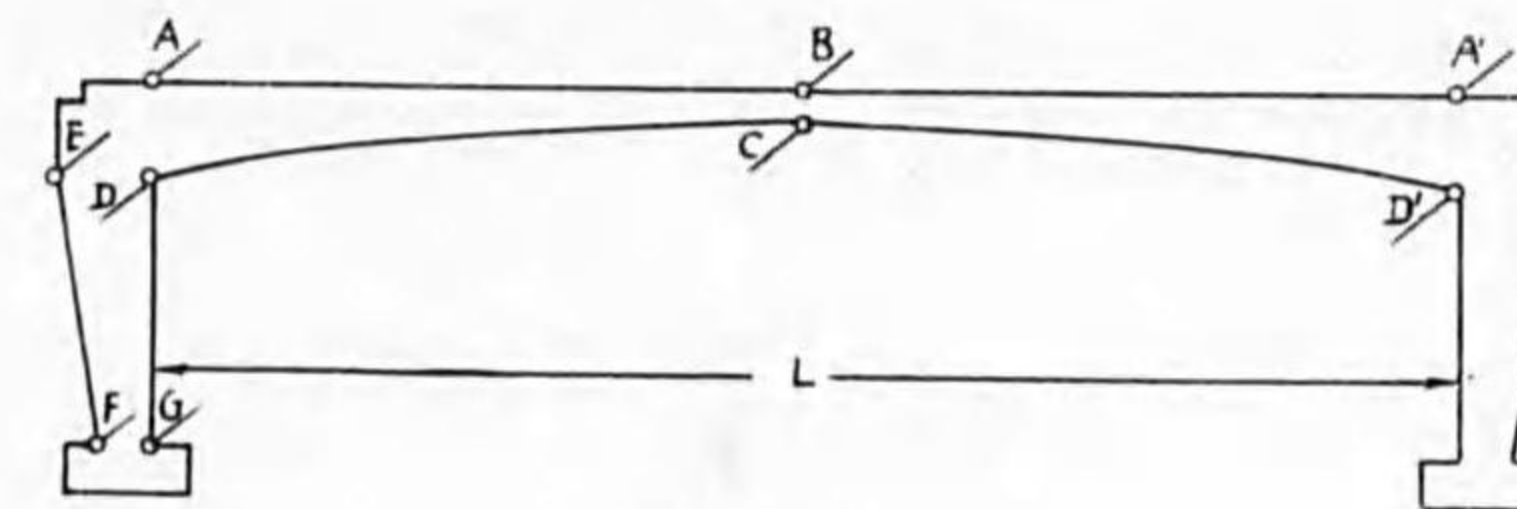
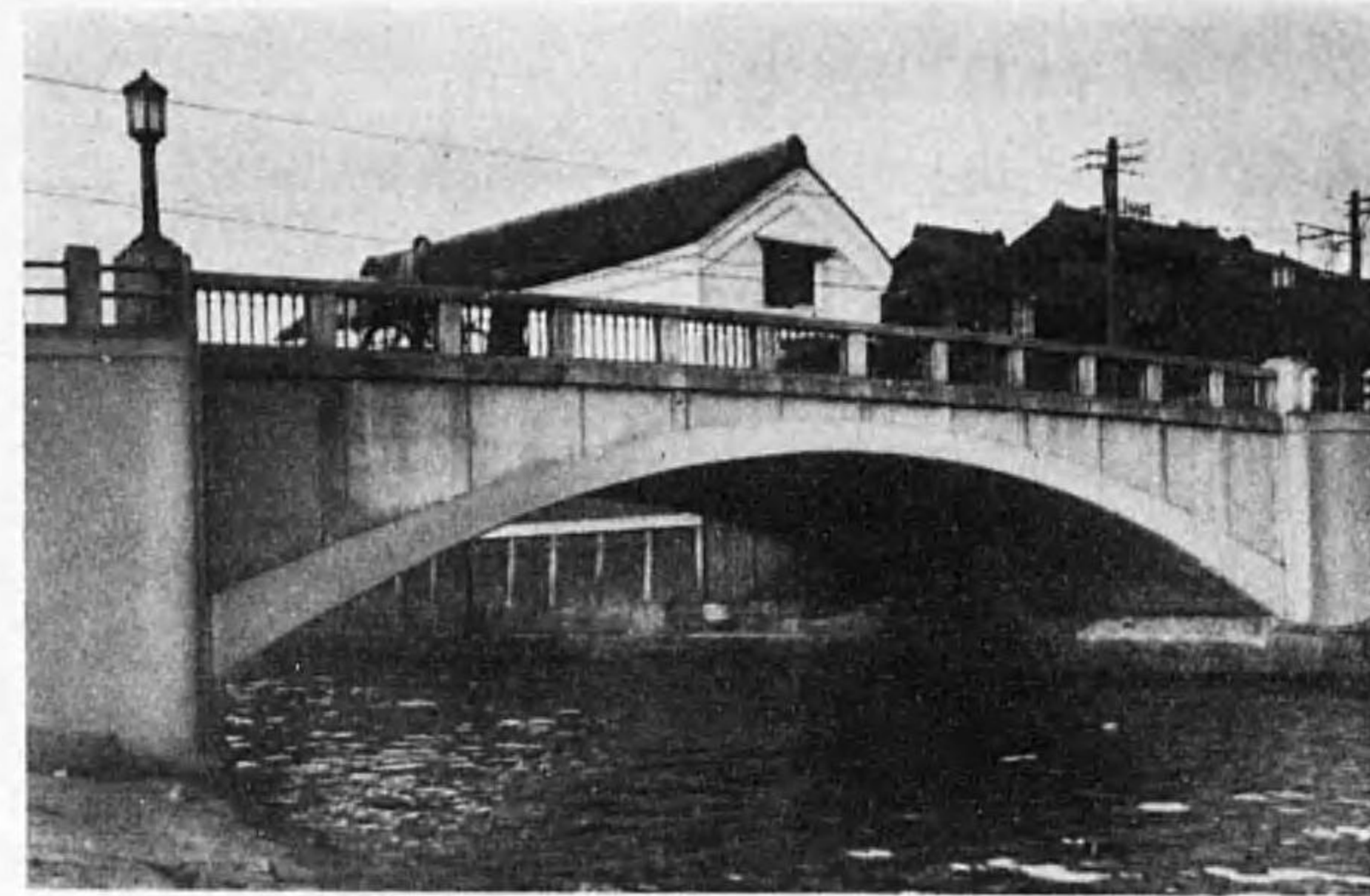
単一径間のものゝ比較してラーメン式コンクリート橋は一体であるから維持費は少でデッキが橋臺上に支持する部分の装置も不要である。ラーメン式コンクリート橋は又支持橋に比して其の生命が一般に無限に長く従つて資金償還額も極めて些少につく。ラーメン式コンクリート橋の連続的外観も綺麗なものである。

ラーメン式コンクリート橋の固体デッキのものは重い荷重に對しては径間約 21m 位が経済的であつて長い径間に對しては輕量にせん爲めにリブドデッキ (ribbed deck) の構造にする。

## II 結構寸法の計算

ラーメン橋の設計には力と力率の解法が必要である。先づ第一着の解法としては大約の結構 (frame) 寸法を定むればよいのであるから簡單にする。精細な解法は最後の構造に於ける應力を照査するに必要である。

第一着の解法は既に設計されたる同一の構造物から誘導した實驗法則に依つて計算を省畧してもよい。次に述ぶる方法は第 1 圖に示した型のラーメン結構に適用すべき結構寸法を定め得る法である。



第 1 圖

- (a) 道路面の必要からデッキ  $ABA'$  の頂部をきめる。
- (b) 純径間  $L$  を決定する。
- (c)  $BC$  を約  $L/35$  に等しくする。此の値は結構が強固な基礎に置かるるまきには  $L/40$  に減じてよい。
- (d)  $AD$  と  $DE$  を約  $L/15$  にする。
- (e) 拱腹曲線  $DCD'$  を描く。
- (f)  $F, G$  の位置は明高 (clearance) の必要を基礎状態から決定する。
- (g)  $FG$  は 9m 径間に對しては約 45cm に 18m 径間には約 75cm 27m 徑



間には約 1m とする。

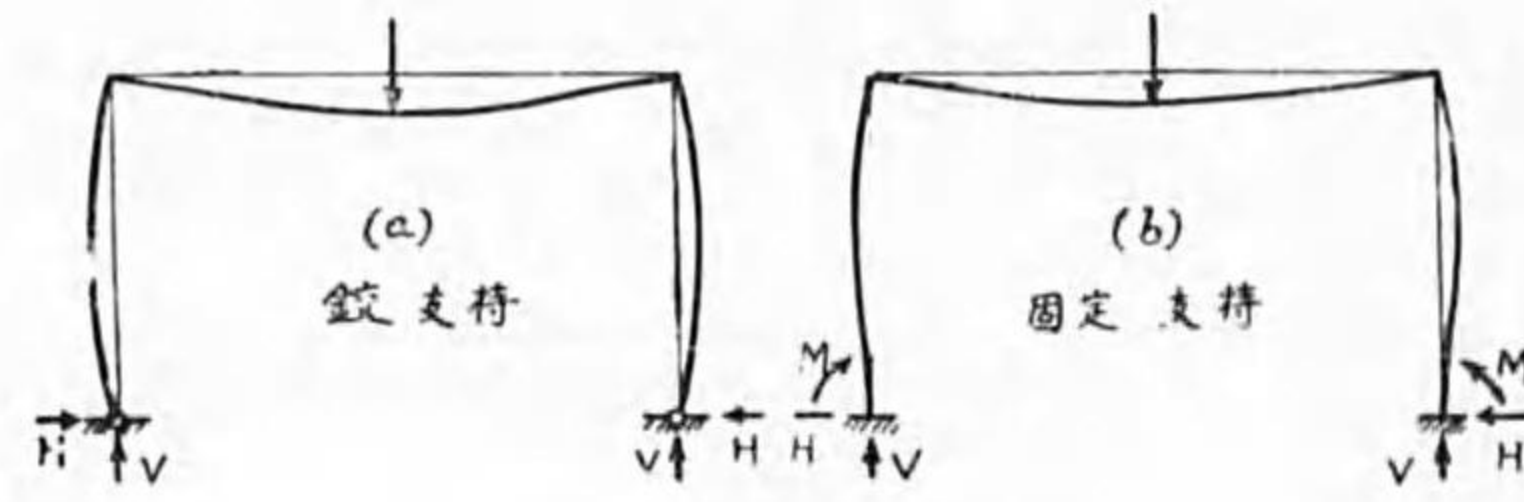
(h)  $E$  と  $F$  とを直線で結合する。

主要結構部分の寸法は以上で定め得るから次に詳細なる解法に移る。

### Ⅲ 鉸又は固定端

(Hinged or Fixed Supports)

ラーメン橋のフーチング (footing) は基礎上に水平推力並に鉛直圧力を傳へる。若しフーチングが自由に回轉するならば結構は鉸端を有するここになる、それに対する地盤の反力は  $V$  と  $H$  であつて結構軸の撓度は第 2 圖 (a) に示す如くなる。



第 2 圖

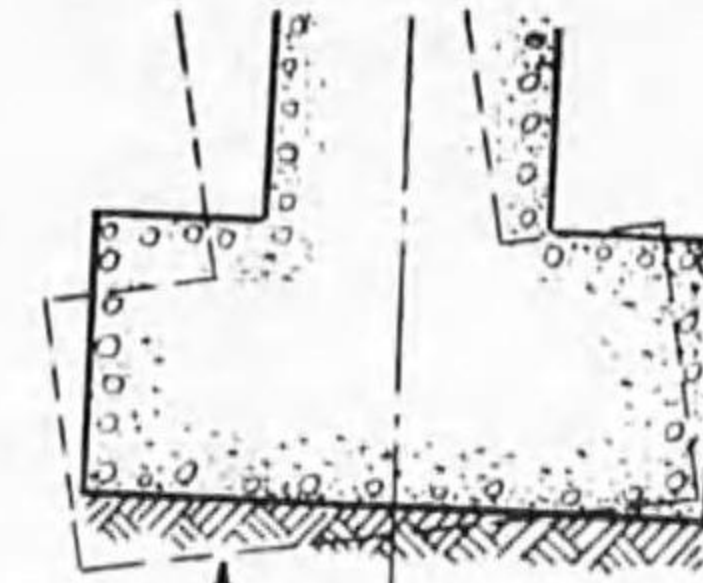
それによる力率反力  $M$  は第 2 圖 (b) に示す如くフーチングの回轉を防がる結構に生じて此場合支持端は即ち固定端である。實際に端は鉸或は固定であつても基礎の状態が兎角夫等の兩極端の間の範圍に在るもので所謂緊定 (restraint) のものである場合が多い。

第 3 圖に示した回轉の影響は、地盤反力が偏心となつた結果を示したもので若しも合成力  $V$  が理論中心點から  $a$  だけ動いたならば  $V \times a$  はフーチングの回轉と緊定に抗する力率である。

第 3 圖で與へられた状態の元で地盤はフーチングの回轉に對し余り緊定に

もならないものである。緊定力率 (restraining moment)  $V \times a$  は第 2 圖 (b) に於ける力率  $M$  の小分數であることがわかる。自然結構に於ける應力は力率  $V \times a$  から餘り影響を受けない。

故に普通のラーメン橋に對してフーチングを比較的狭くして第 2 圖 (a) に於ける鉸状態とするのがよいのである。若しも緊定度が特に大なるならば第 3 圖のそれと一樣の状態の元に用ゐ



第 3 圖

得る  $a$  の最大距離を假定して緊定に對する餘裕をなすがよい。結構は理論中心點から距離  $a$  の假想鉸を持つ如く解する。

問題 I から IX 迄の解法のフーチングに於ける緊定は之を考慮する必要はない。フーチングは唯 1.8m の幅にして、毎  $m^2$  に 25 000kg の許容負擔荷重を有する地盤上に支持されるものとしたからである。

### Ⅲ 斷面二次率

斷面二次率の値  $I$  は連續結構に於ける力率及び剪力の分布に影響する。故に其の近似値は結構を解する前に知らなければならぬ。

矩形斷面を有する固定結構の設計に對する斷面二次率は次の如くである。

$$I = \frac{bt^3}{12} \quad (\text{第 4 圖參照})$$

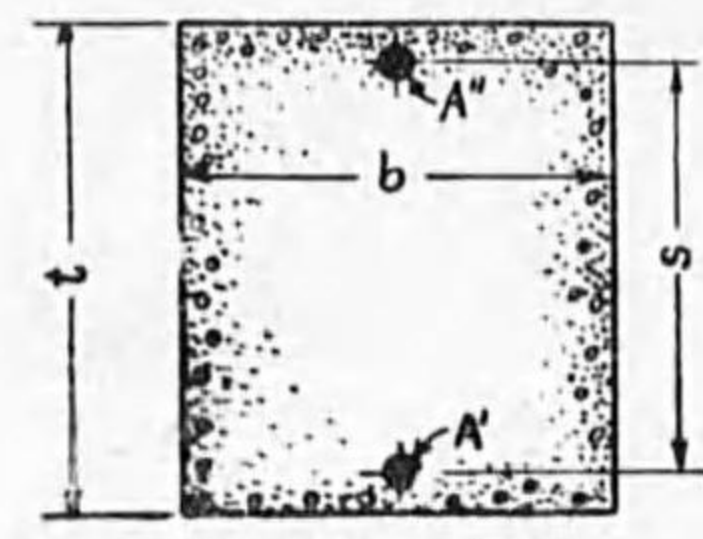
最後の解法に於て全補強釘の  $\frac{1}{2}$  は斷面の何れの面の方にもあるものと假定する。然らば公式は

$$I = \frac{bt^3}{12} + n \times \frac{A' + A''}{4} \times S^2 \quad (\text{第 4 圖參照})$$

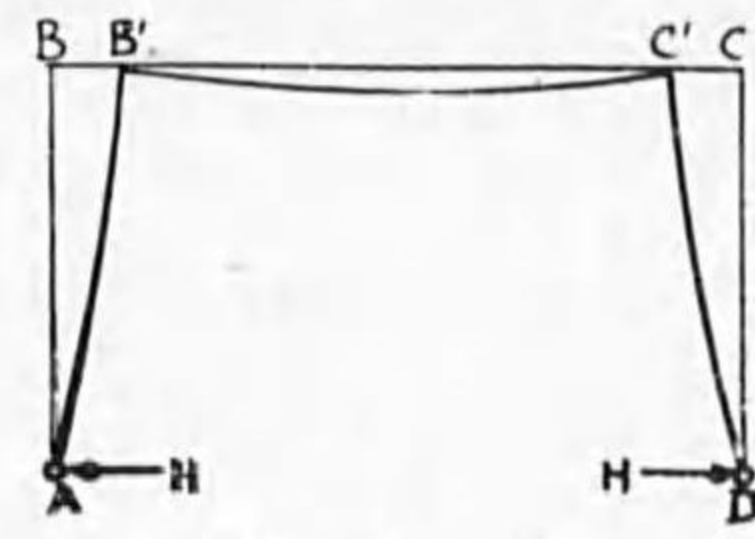
リブ附の固定結構に對しては隣接ガーダー間の中心線に突縁幅を含めた横



断面の充分なる等値面積の断面二次率を採るのが正確である。應力に必要な  $I$  の最後の値は  $I$  の假定値を照査する必要は無い。僅かな差異では危険が



第 4 圖



第 5 圖

ない。其の差が大になると  $I$  の校正値によりて遣り直す必要がある。連続構造物を解くに経験あるものは屢々連続結構に次の規則を適用して最初の解法から其の差を認めて力率を調整してしまうことを遣る。即ち断面の断面二次率  $I$  を増加すれば断面に於ける力率を増すことになり、 $I$  の値を減すことに依りて力率は減する。

### V 固定結構に働く力

固定結構は次の二つの影響を考えて設計する。(1) 連続構造物の力の特質  
(2) 上加はる荷重、重力、牽引力及び土壓

(2) の荷重は端壁 (end walls) に於ける土壓を除けば普通の単一徑間橋に働らくものと同等のものである。単一徑間橋の橋臺に於ける土壓は普通埋土が橋臺の方に動いて生ずるアクチーブの壓力である。固定結構橋に於ては少くとも理論上は埋土に逆ぶ端壁の動きによつて或パッシーブの土壓が起るを見得る。試験を見てもそうなるが一般には之を無視する。

(1) の力 (連続構造の特質) はコンクリートの温度變化收縮に歸して基礎の變化及び容積變化も惹起するものである。例へば温度の低下は第 5 圖のデッキ  $BC$  を收縮せしめる。 $BC$  から  $B' C'$  に迄長さの收縮には、基礎にフー

チング上に働らく水平反力  $H$  が伴つてくる。收縮と云ふことは温度低下の場合に同一の影響になり、温度上昇の場合は方向が反對になる。

二鉸端を有する結構に於ける種々の鉛直沈下は其の端の周圍に全結構の回轉となる。僅な鉛直沈下により生ずる結構の應力は見ないでよい。次の問題にも無視した。若し端が固定とすれば種々の鉛直沈下は著しき應力を生じて解法に入れねばならぬ。

固定結構の端は活荷重をも含めて死荷重に歸する水平推力で外方に變位され得る。或は埋土の壓力、デッキの短縮に歸して内方に變位され得る。死活荷重の結合推力は平均結構寸法に重要な關係を有し、徑間長と壁高の割合が大なるに従ひより大なる關係を有することになる。故に水平變位はフーチングを開き出すことになり、それが徑間長を増すに従つて増す。其の開出は徑間長に比例し、水平變位は收縮係數と同等の短縮の係數のものに假定して其の解を遣るのが便である。然し又或設計者は水平變位は徑間長に無關係と假定してゐるものもある。

冠 (crown) 断面に於ける力率はフーチングの水平變位に多少の關係はあり、又地盤の耐壓性の地盤係數は水平變位に影響する最も重要な因子の一である。故に冠壓は地盤係數に或關係を有することも見得る。此の關係から  $I$  の  $C$  點に與へた最小冠厚を採用するがよい。

容積變化及び基礎變位に關するデータは標準としてきめられない。次に示す値は次の問題解法に使用する單なる代表的の數字に過ぎない。

コンクリート温度膨脹係數……0.0000108

コンクリートの收縮係數……0.00036 (特にかゝる數を使用した)

寒地に於ける温度範圍( $C^{\circ}$ )……+20°及-25°

暖地に於ける温度範圍( $C^{\circ}$ )……+28°及-17°



基礎の水平變位は收縮係數に等しきものとして……………0.00036  
 容積變化及び基礎變化に對する解法に用ゐるコンクリートの彈率……………  
 ……………210,000kg/cm<sup>2</sup>

## VI 解 法

軸の撓度及び接合點の回轉は、固定結構に於ける力率、推力及び剪力の分布を調整する。

解法の煩雜の爲め屢々之を看過することが事實であるが、常に此の力率や剪力に關する撓度及び回轉を考慮することは必要なことである。

固定結構解法に就ての明瞭な概念と十分な計算知識は力學的の考に數學的關係を含めて考えればよい。次に示したる如く、撓曲軸と回轉接合部のスケッチに算數を入れて説明してあるのを見れば判明する。

連續結構の獨特の米國解法として Hardy Cross 氏の固定端力率配分方法が使用せられる。以下に其の証明を省略して用ゐた處もあるが、其の詳細は當會發刊のセメント界彙報第288號（昭和7年8月1日發行）の「連續桁の簡便計算法に就て」を参照せられ度い。

第6圖に於て接手  $a, d, c$  及び  $b$  は假に固着 (locked) して (回轉を防ぐ) あると考へて固定端力率 (固定部材  $ab, bc$  及び  $cd$  の端に於て外力  $P_1, P_2$  及び  $P_3$  から起る力率) を決定する。



第 6 圖

固定端力率に對する係數は第 I 圖表乃至第 III 圖表から探る。

今接手  $b$  のみを開放 (released) のもの (回轉を許す) とする。  $b$  に於ける固定端力率は互に一致を欠いて平衡を保たないで不平衡力率 (固定端力率間

の差) は第6圖に示した如く接手を回轉さす。接手  $b$  の解放の爲めの回轉は  $bc$  及び  $ba$  に分布力率 (distributed moments) (回轉に抗する) を起す。平衡の法則から不平衡力率と分布力率との代數和は零でなければならぬ。尙不平衡力率は夫等の剛性 (stiffness) に應じて  $bc$  及び  $ba$  に配當されねばならぬ。其の剛性は若し  $b$  が鉸で他端が固定であるならば  $b$  に於て單位回轉を與へる爲めに各部材に要する力率になる。其の剛性は  $S \times I / L$  で示され  $I$  は斷面二次率、 $L$  は部材の徑間である。  $S$  は部材の外形によりて變ずる剛性係數である。種々の斷面二次率をもつ部材に對しては  $S$  の値は第 I 及び第 II 圖表から探る。かくて分布力率は其の和及び關係値が知られるから計算が出来る。

$c$  は解放とし接手  $b$  は今其の新位置に再固着 (relocked) したとして、其の不平衡力率を分布する。次に接手  $a$  及び  $d$  が實際に鉸支持であるとしても一時固着したものと考へて更に  $a$  及び  $d$  は解放にして平衡を保たすことにする。かくして分布不平衡力率 (distributing unbalanced moments) の 1 サイクルを遂げる。

第6圖で  $b$  の解放及び回轉は  $ba$  及び  $bc$  の對端に力率を起すことが見られる。對端の回轉により部材の固定端に生ずる力率は送り力率 (Carry-over moments) と稱する。而して送り力率の對端に於て回轉を生ぜさす力率に逆の比は送り因子 (Carry-over factor) ( $r$ ) と稱する。送り因子は一定の斷面二次率を有する部材に對しては  $1/2$  に等しい。種々の斷面二次率を有する部材に對しては  $r$  の値は第 I 及び第 II 圖表に與へられたる係數から計算出来る。送り力率は  $r$  の値から決定される。

第 1 サイクルの遣り方には順次各接手の解放、回轉及び再固着と再固定接手に於ける送り力率に依りて生ずる回轉を包含してゐる。送り力率は第 1 サイクルに於ける力率の均衡及び分布を含んでゐない。而して送り力率間の差



は分布されねばならぬ。此の目的に對し分布の1回又は數回の餘計のサイクルを必要とする。一般に不平衡力率の量は各連続サイクルで急に減ずるから結局僅かなサイクルで不平衡力率を無視することになる。

$b$  又は  $c$  に於ける結局の力率は固定端力率、分布力率及び送り力率の代数和である。このこゝは固定端力率は假緊定接手 (restrained joint) を有する結構に於ける外力に依りて生じ、分布力率及び送り力率は緊定 (restraint) を漸次弛めるこゝに依りて生ずるからである。

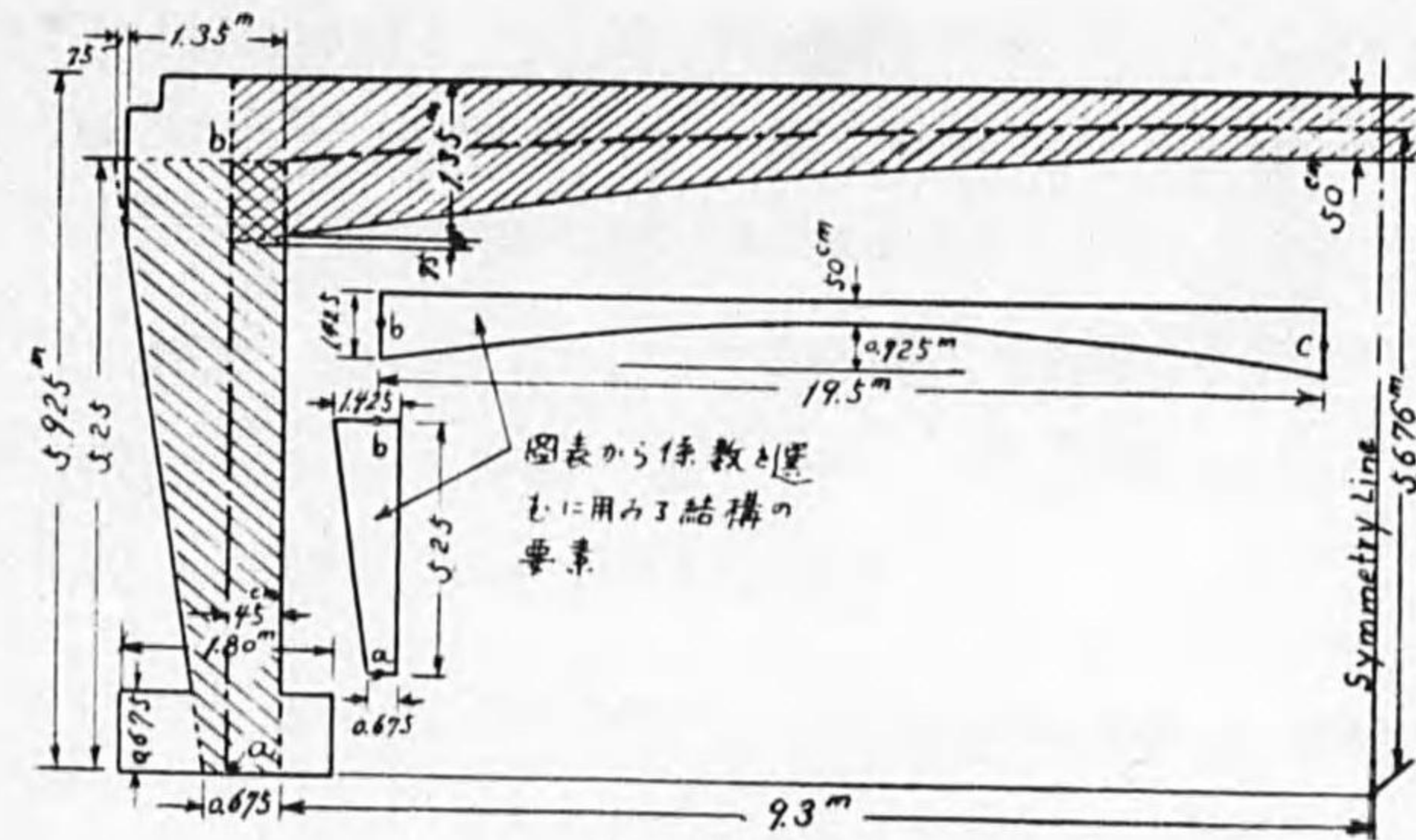
若し  $a$  及び  $d$  が固定端であるならば回轉はない。故に夫等の接手に力率の分布を要しない。而して結局の力率は固定端力率及び送り力率の代数和に等しくなる。

$a$  及び  $d$  が鉸端であるとし然し解法の間交互に固着さし又解放さしたと考えるならば不平衡力率は夫等の接手に於て各サイクルで分布力率に依りて消却する。即ち各サイクル後の力率は零に等しくならねばならぬからである。

力率分布の基礎理論は大體叙上の如くである。先づ設計の第一着としては固定端力率、剛性係數及び送り因子を選ぶことである。其の後の順序は最も簡單なる算術でよい。此の解法は非常に時間を省くが、二つの特別の必要條件を要する。即ち(1)解法に於ける順序の物理的意義の明瞭なる概念(2)算術を確にすることと計算の記録を確實にすることである。

記號のこゝは力率分布方法に於て重要なことである。其の規則は次の如きものを採用する——接手の力率はそれがクロックワイズの方に接手を回轉せしむる傾向あるときは正とする。此の記號制定の結果として接手に於ける總ての分布力率は夫等に抗する不平衡力率と反對の記號を有する。而して送り力率はそれが誘導される力率と同じ記號を有する。

**問題 1 結構の寸法、軸及係數**



第 7 圖

第7圖は固体コンクリートデッキと端壁を有する右方の鉸及び對稱固定結構を示すものとした。圖に示した寸法はⅡの結構寸法の計算に推奨した順序で得たのである。今結構軸及び係數を決定する。

假定結構軸は第7圖の點線で示されてある。

端壁の軸は壁の前面から45cmの鉛直線とすれば充分である。デッキの軸は背線と腹線との約中央に取る。デッキ軸の明高の42.5cmは曲率の影響が隅力率 (corner moment) の値を無視すべき程に小である。故に隅力率は第8圖に示したる如く結構に

は直線のデッキ軸として定める。冠力率 (crown moment) はデッキの曲率に對し修正する。

第I, II 及び III 圖表から結構係數を選ぶ

$$\begin{aligned}
 & \text{剛性 (c 固定)} : 21.0 \cdot \frac{0.5^3}{19.5} = 0.135 \approx 12\% \rightarrow c \\
 & \text{剛性 (a 鉸)} : 22.5 \cdot \frac{0.675^3}{5.25} \left(1 - \frac{6.2^2}{7.1 \cdot 22.5}\right) = 1.001 \approx 88\%
 \end{aligned}$$
  

端壁の係數	デッキの係數
$d' = \frac{142.5 - 67.5}{67.5} = 1.11$	$d' = \frac{142.5 - 50}{50} = 1.85$
$S_a = 7.1 \quad S_b = 22.5$	$S = 21.0$
$r_a S_a = r_b S_b = 6.2$	$r S = 16.0$

第 8 圖



に用ゐらるるデッキ及び端壁の要素は第7圖に示してある。デッキの要素は長19.5m最小深は冠部で50cm軸の交點に於ける最大深は142.5cm、腹部の形はバラボラを假定し断面二次率は深さの立方に比例するとする。

デッキ係数は第I圖表から選ぶ。

$$d' = \frac{142.5 - 50}{50} = 1.85$$

から圖表Iに依るに

$S = 21.0$   $rS = 16.0$   $b$ に於けるデッキの剛性即ち  $c$ が固着したるときに  $b$ に於ける單位回轉を  $lc$ に與へるに必要な  $b$ の力率は

$$S \times \frac{I}{L} \text{ 即ち } 21.0 \times \frac{0.5^3}{19.5} = 0.135 \text{ に比例する。}$$

$$\text{送り力率 } r \text{ は } \frac{rS}{S} = \frac{16}{21} = 0.76$$

第7圖に於ける端壁要素は理論的高さ5.25mの梯形で  $a$ で67.5cm  $b$ で142.5cm 離れた二直線で限られてゐる。

$$d' = \frac{142.5 - 67.5}{67.5} = 1.11$$

から圖表IIに依るに

$$S_b = 22.5, S_a = 7.1, r_a S_a = r_b S_b = 6.2 \text{ となる。}$$

$a$ 及び  $b$ 點は第II圖表中の  $B$ 及び  $A$ に相當することに注意。 $a$ が固定したるとき  $b$ に於ける剛性は  $S_b = I/L$ である。此の結構の如く  $a$ が鉸のときは  $b$ の剛性は次式で示される。

$$S_b = \frac{I}{L} (1 - r_a r_b)$$

$$\text{或は } 22.5 \times \frac{0.675^3}{5.25} \left(1 - \frac{6.22}{7.1 \times 22.5}\right) = 1.001 \text{ に比例する。}$$

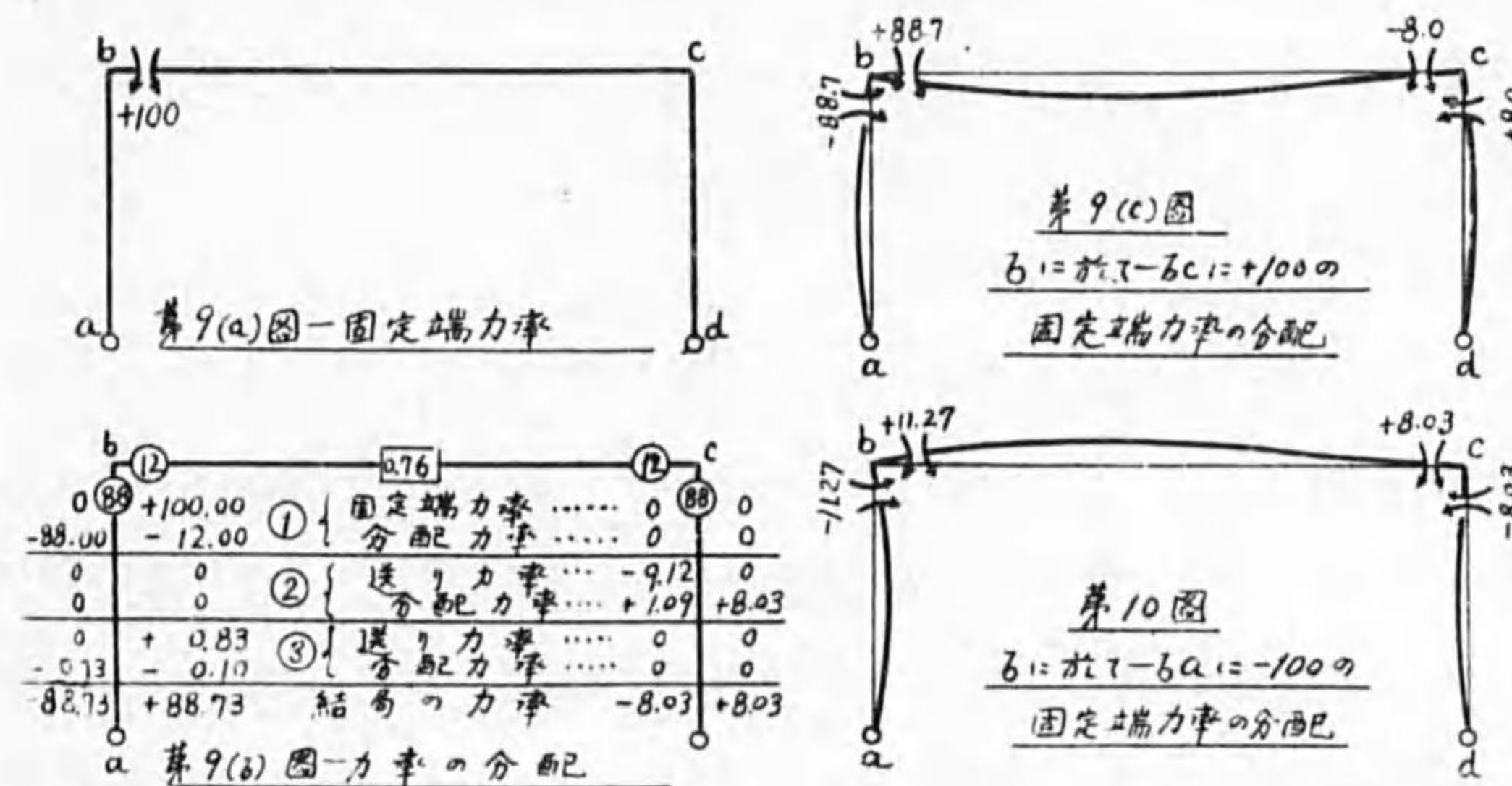
$b$ に於ける關係剛性は%で

$$\text{デッキに対しては } \frac{0.135}{0.135 + 1.001} \times 100 = 12.$$

$$\text{壁に対しては } \frac{1.001}{0.135 + 1.001} \times 100 = 88.$$

### 問題2 $b$ に於ける $bc$ に+100の固定端力率の分布

問題1の結構は接手  $b$ に於て第9圖  $a$ に示す如く+100.00の固定端力率を受けてゐる。 $b$ 及び  $c$ に於ける結局の力率を求めよ。



計算は第9圖  $b$ に記載してある。第一段の数字は  $b$ 及び  $c$ が固定のときの力率を與へる。

$b$ に於ては  $o$ と+100.00  $c$ に於ては  $o$ と  $o$ 。

接手  $b$ が開放のときは+100.00の力率でクロックワイズの方向に回轉をする。回轉は  $ba$ 及び  $bc$ に新しき力率を生ずる。其の力率は回轉に抗する。接手が其の新位置にあるとすると  $ba$ 及び  $bc$ に新に生ずる力率の和は+100.00に等しくなる。而して二部材間の分布は夫等の剛性に比例す。故に分布力率は  $bc$ には-12.00及び  $ba$ には-88.00である。

第二段の数字は分布力率を示す。分布の初めのサイクル後の全力率を記し



てないが  $b$  に於て  $-88.00$  と  $+88.00$ 、 $c$  に於て  $0$  とである。

分布の第2のサイクルは回轉される接手から固定である接手迄の送り力率を以て初める。

$a$  及び  $d$  は此の結構では鉸であるから送つたり送られたりする力率はない。 $b$  から  $c$  に送り力率は送り因子の定義により  $-12.00 \times 0.76 = -9.12$  に等しい。送り力率は第3段に記載する。第4段は  $c$  の開放及び回轉に依りて得る分布力率を與へるもので、分布の手順は  $b$  の開放に適用したと同様である。 $c$  に於ける分布力率は  $cb$  に於て  $+9.12 \times 0.12 = +1.09$ 、 $cd$  に於て  $+9.12 \times 0.88 = +8.03$  である。分布の第2サイクル後の全力率は  $b$  に於て  $-88.00$  及び  $+88.00$  で  $c$  に於て  $-8.03$  と  $+8.03$  とである。

分布の第3サイクルは5及び6段に示してあつて、サイクル2の分と同様の手順で運ばれる。 $b$  に迄の送り  $+1.09 \times 0.76 = +0.83$   $bc$  に迄の分布  $-0.83 \times 0.12 = -0.10$ 、 $ba$  に迄の分布  $-0.83 \times 0.88 = -0.73$  第3サイクル後の全力率は  $b$  に於て  $-88.73$  及び  $+88.73$   $c$  に於て  $-0.83$  及び  $+8.03$  第4サイクル後のその他の校正は此場合不確實である。而して第3サイクル後の力率は終局に於て考慮する。

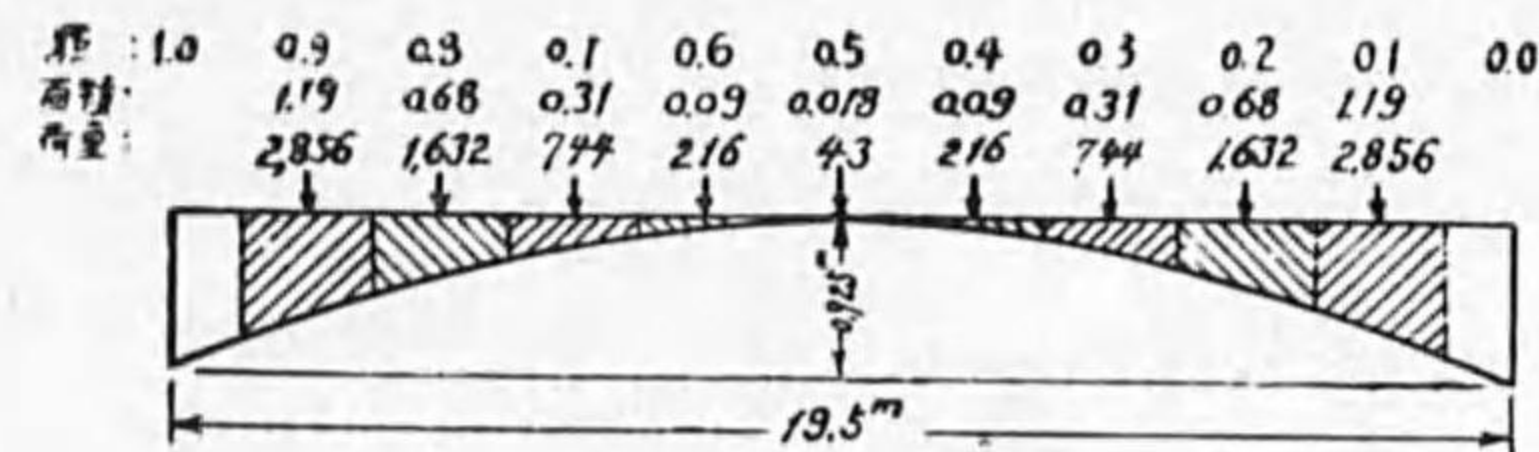
第9圖(c)は機度の型  $bc$  に  $+100$  の固定端力率によりて  $b$  に生ずる力率を示す。第10圖は  $ba$  に  $-100$  の固定端力率に依りて  $b$  に生ずる場合の同様の關係を示す。夫等の力率は計算の重複を省く爲に後の解法に必要なものである。

### 問題3 死 荷 重

問題1に於ける結構は自身の死荷重の外に  $220\text{kg/m}^2$  の路面鋪装の重さを負擔する。結構に於ける力率、推力及び剪力を求めよ。

端壁の重量は直接にフーチングに傳へられて力率を起さない。デッキは

19.5m長で50cmの一定深さで  $1236\text{kg/m}^2$  の重量のものに分つ。腹線と其冠點に切線の間残面積は第11圖に示す如くに分たれる。而して其の區分の面積に  $2400\text{kg}$  を乗じたものを10點に於ける集中荷重として用ゐる。第11圖のハッ



第 11 圖

ちしてない面積の力率上の影響は極僅かであるから無視する。

固定端力率を決定する爲めに  $d' = 1.85$  (問題1参照) として第I圖表を用ゐる。而して適當なる係數を選ぶ。

幅 1m の固定端力率

等布荷重

$$(220 + 1236) \times 19.5^2 \times 0.109 = 60,347\text{kg}\cdot\text{m}$$

等量集中荷重 (第11圖参照)

$$2856 \times 19.5 \times 0.095 = 5291$$

$$1632 \times 19.5 \times 0.167 = 5314$$

$$744 \times 19.5 \times 0.215 = 3119$$

$$216 \times 19.5 \times 0.222 = 935$$

$$43 \times 19.5 \times 0.178 = 149$$

$$216 \times 19.5 \times 0.115 = 484$$

$$744 \times 19.5 \times 0.060 = 870$$

$$1632 \times 19.5 \times 0.022 = 700$$

$$2856 \times 19.5 \times 0.005 = 278$$

$$\text{計} = 77,487\text{kg}\cdot\text{m}$$



問題2第9圖(c)にて決定した88.7及び8.0%の値を用ゐてbに於ける隅力率に對する結局の數値は

bに於ける固定端力率

$$77,487 \times 0.887 = 68,731$$

cに於ける固定端力率

$$77,487 \times 0.080 = 6,199$$

$$\text{全力率} = 68,731 + 6,199 = 74,930 \text{ kg m}$$

之が隅の外側に於て張力を生ずる。

結構の1m幅の全死荷重は

表装— $220 \times (18.6\text{m} + 2.7\text{m})$	= 4,686
デッキ— $18.6\text{m} \times 0.5\text{m} \times 2400$	= 22,320
デッキ— $18.6\text{m} \times 0.85\text{m} \times 0.333 \times 2400$	= 12,635
隅部— $1.35\text{m} \times 1.35\text{m} \times 2 \times 2400$	= 8,748
壁— $1.05\text{m} \times 3.9\text{m} \times 2 \times 2400$	= 19,656
フーチング— $0.675\text{m} \times 1.8\text{m} \times 2 \times 2400$	= 5,832

73,877kg

各フーチングに於ける鉛直反力は

$$0.5 \times 73,877 = 36,939 \text{ kg}$$

フーチングの水平推力は

$$\frac{74,930}{5.25} = 14,272 \text{ kg}$$

荷重の總てが重力荷重であるから冠推力は又14,272kgに等しい。

冠に於ける力率は静力學に依りて求められる。計算を次の如くするのが便宜で且最も精密である。

+ 2856 × 19.5 × 0.1	= + 5569
+ 1632 × 19.5 × 0.2	= + 6365
+ 744 × 19.5 × 0.3	= + 4352
+ 216 × 19.5 × 0.4	= + 1685
+ 22 × 19.5 × 0.5	= + 215
+ 1456 × 9.75m × 0.5 × 9.75	= + 69,197
— 14272 × 5.676	= — 80,998
	<hr/>
	+ 87,383 — 80,998 = 6,385 kg m

此の力率はデッキの底に張力を與へる。結構及び舗装面の力率、推力及び剪力は第12圖(a)に示してある。

#### 問題4 活 荷 重

問題1に於ける結構は幅の1mに3,750kgの集中活荷重と445kg/m<sup>2</sup>の等布活荷重とを受け兩荷重は衝撃の餘裕をも含めたるものとする。冠及び隅部に於ける最大力率及び推力を求めらる。

集中荷重が中央點に置かれ等布荷重が全徑間に載るときに最大力率は冠に生ずる。解法の第一段として固定端力率係數を  $d' = 1.85$  として第I圖表から決定する。

幅1mに對する固定端力率は

等布荷重	$445 \times 19.5^2 \times 0.109 = 18,444$
集中荷重	$3,750 \times 19.5 \times 0.178 = 13,016$
	<hr/>
	31,460 kg m

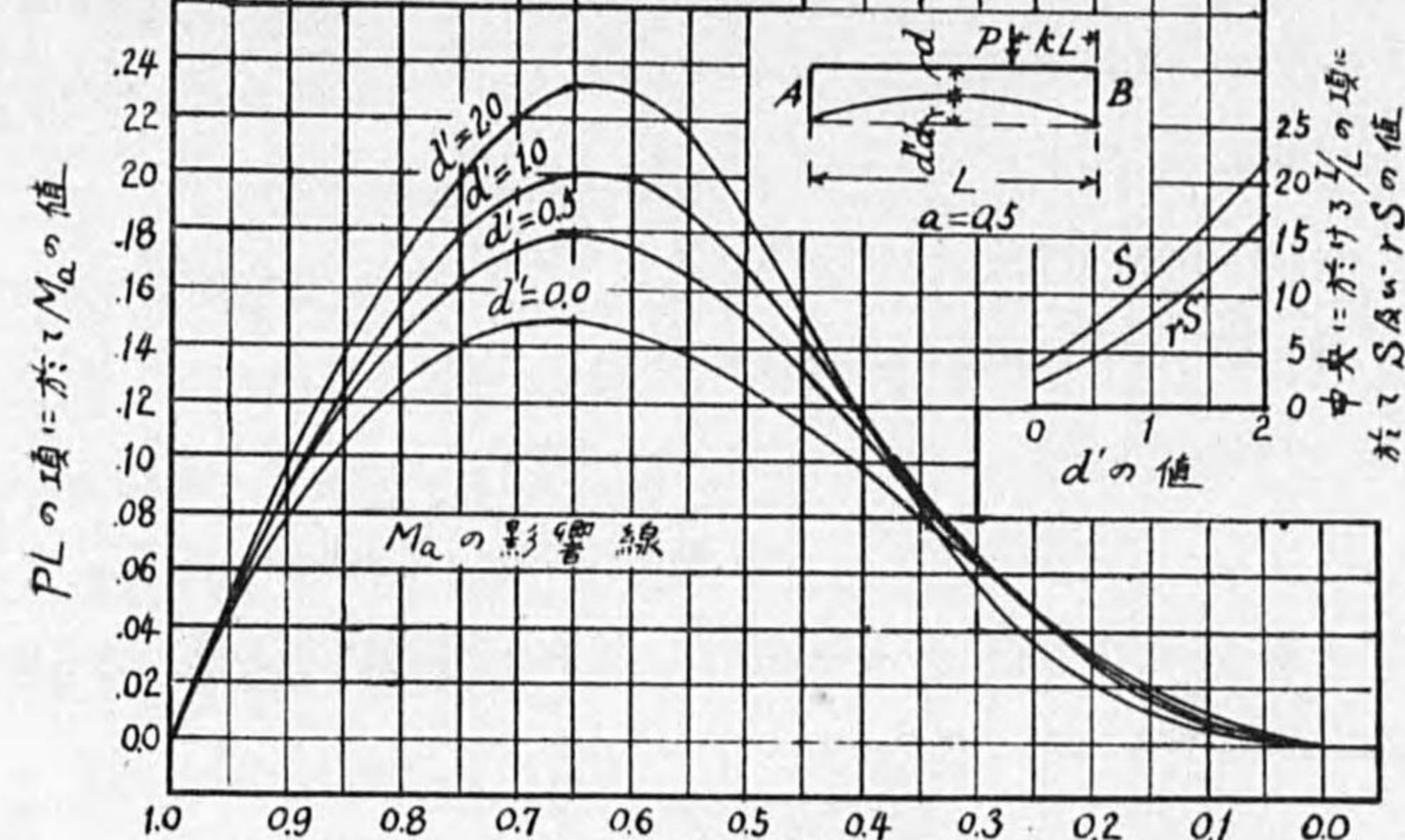
問題2の値を用ゐて隅力率は次の如くである。

$$31,460 (0.887 + 0.080) = 30,422 \text{ kg m}$$

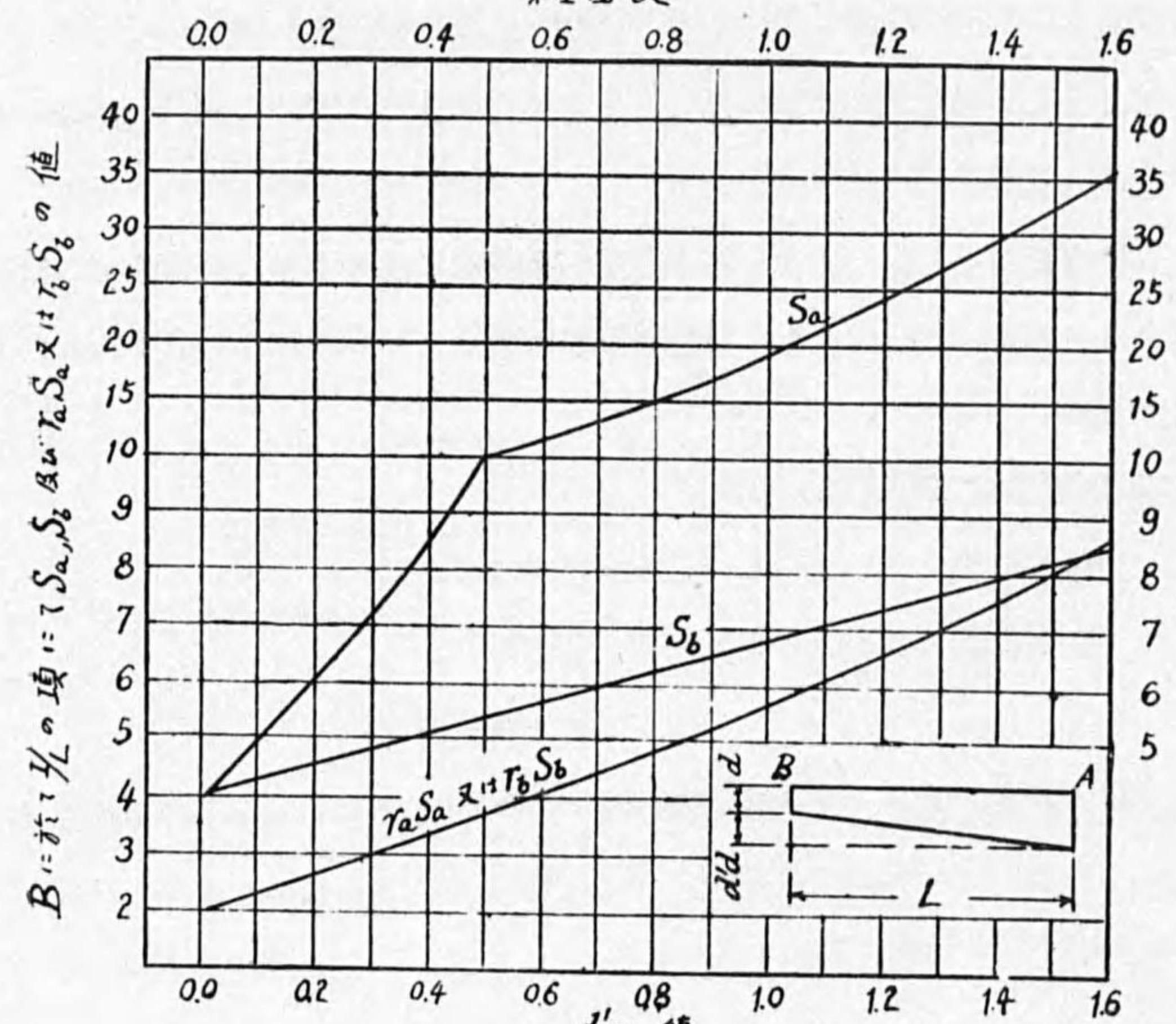
此の力率は隅の外側に張力を與へる。



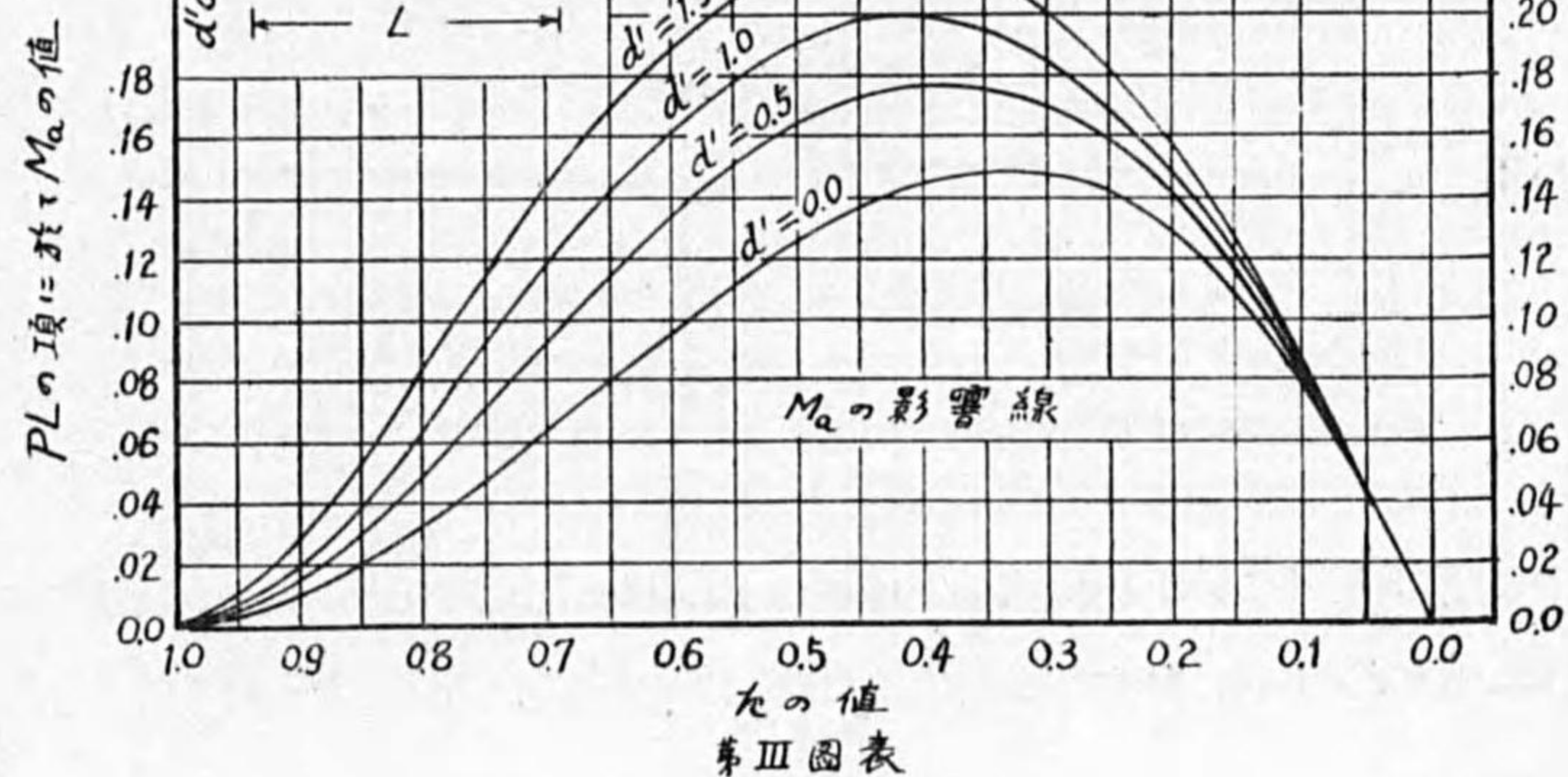
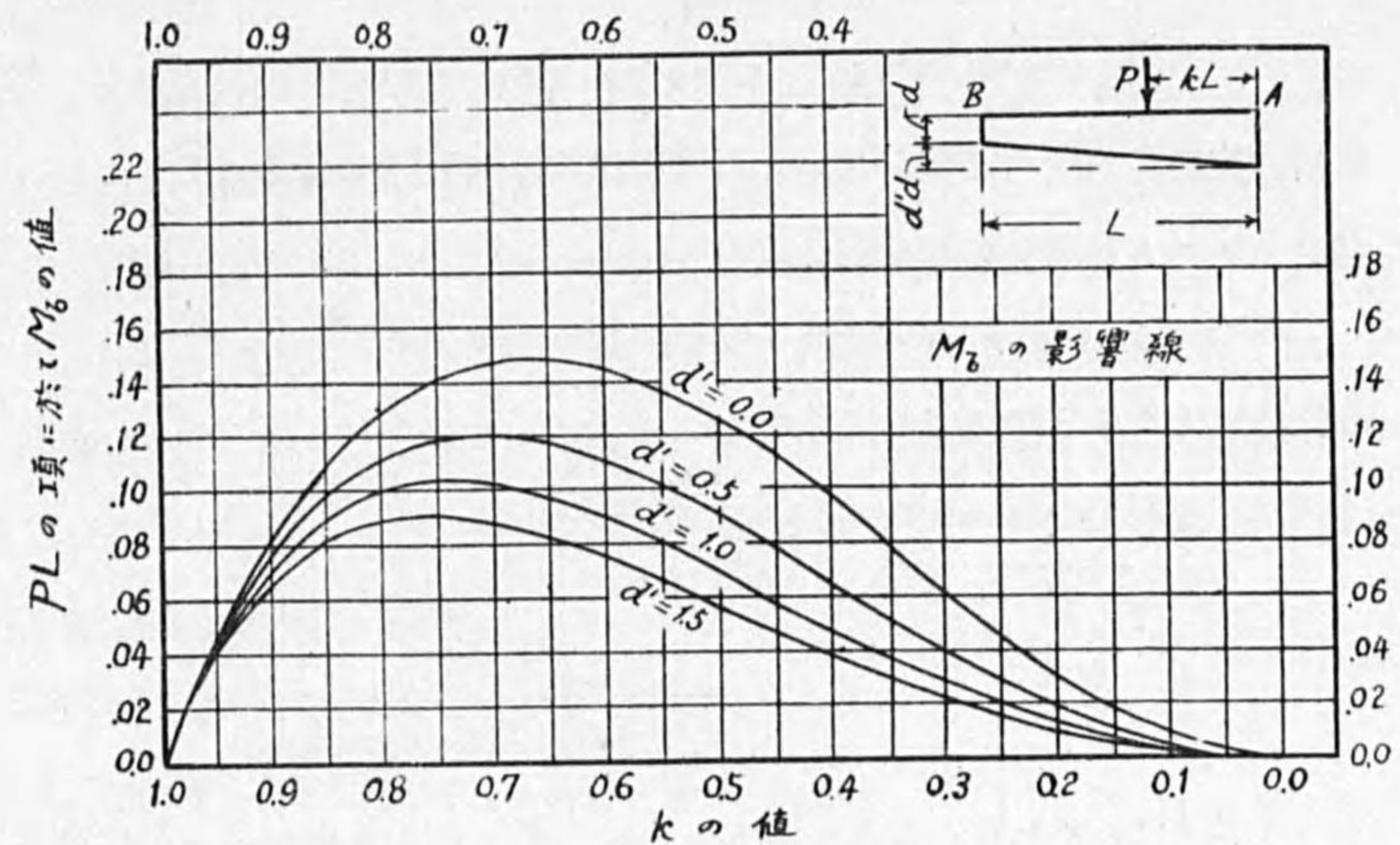
等布荷重に対する曲線下の面積			
$d'$	$M_a$	$d'$	$M_a$
0.0	$0.0833 wL^2$	1.0	$0.1024 wL^2$
0.5	$0.0956 wL^2$	2.0	$0.1059 wL^2$



第I図表



第II図表



第III図表



フーチングに於ける水平推力は

$$\frac{30,422}{5.25} = 5,795 \text{ kg}$$

結構の支點に水平活荷重がないから冠の推力は又5,795kgに等しい。

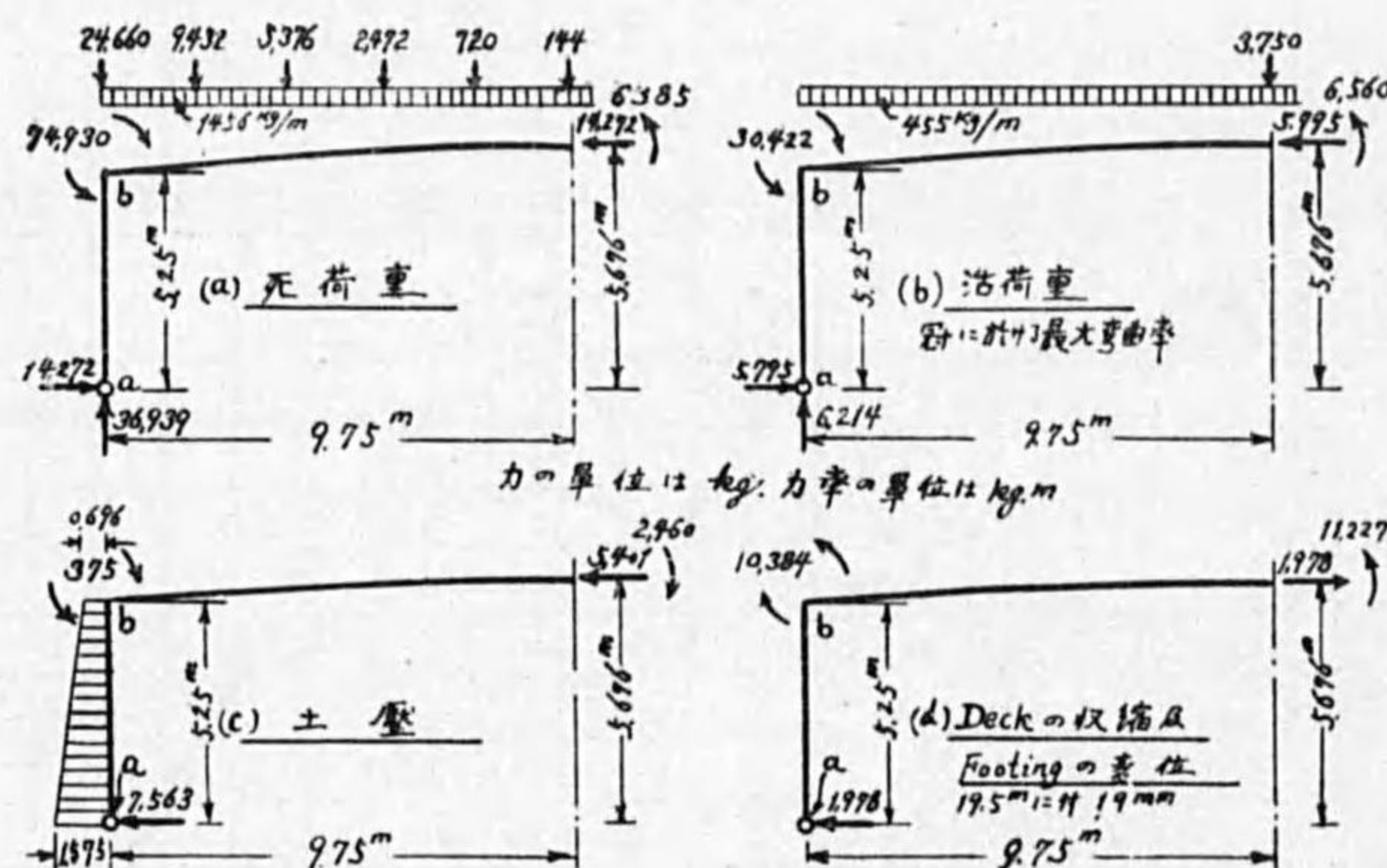
各フーチングに於ける鉛直反力は

$$445 \times 0.5 \times 19.5 + 0.5 \times 3750 = 4,339 + 1,875 = 6,214 \text{ kg}$$

冠に於ける力率は静力学から求める。

$$\begin{aligned} +445 \times 9.75 \times 0.5 \times 9.75 &= +21,151 \\ +0.5 \times 3750 \times 9.75 &= +18,281 \\ -5795 \times 5.676 &= -32,872 \\ \hline +39,432 - 32,872 &= 6,560 \text{ kg m} \end{aligned}$$

此の力率はデッキの底に張力を與へる。冠に於て最大力率を與へる活荷重の位置に對する力率及び推力は第12圖(b)に示してある。



第 1 2 圖

隅 (第 1 圖表に於ける0.1及び0.0の點) に於ける固定端力率は0.625の點(圖表Iに於てd' = 1.85に對する曲線の最高點) に於ける3,750kgの集中荷重によりて生ずる。

$$1.0 \text{ 點に於て } 0.228 \times 3750 \times 19.5 = 16,673 \text{ kg m}$$

$$0.0 \text{ 點に於て } 0.099 \times 3750 \times 19.5 = 7,239 \text{ kg m}$$

結局の隅力率は第9圖(c)から

$$1.0 \text{ 點に於て } \dots 16,673 \times 0.887 + 7,239 \times 0.080 = 15,368 \text{ kg m}$$

$$0.0 \text{ 點に於て } \dots 16,673 \times 0.080 + 7,239 \times 0.887 = 7,755 \text{ kg m}$$

計算は荷重が互に0.7點及び0.6點にあるときは1.0點に於ける力率は14,485及び14,985 kg mであるから0.625點に於ける荷重に依りて生ずる15,368 kg mの値を最大隅力率として採る。

全徑間上の等布活荷重を含めての全隅力率は

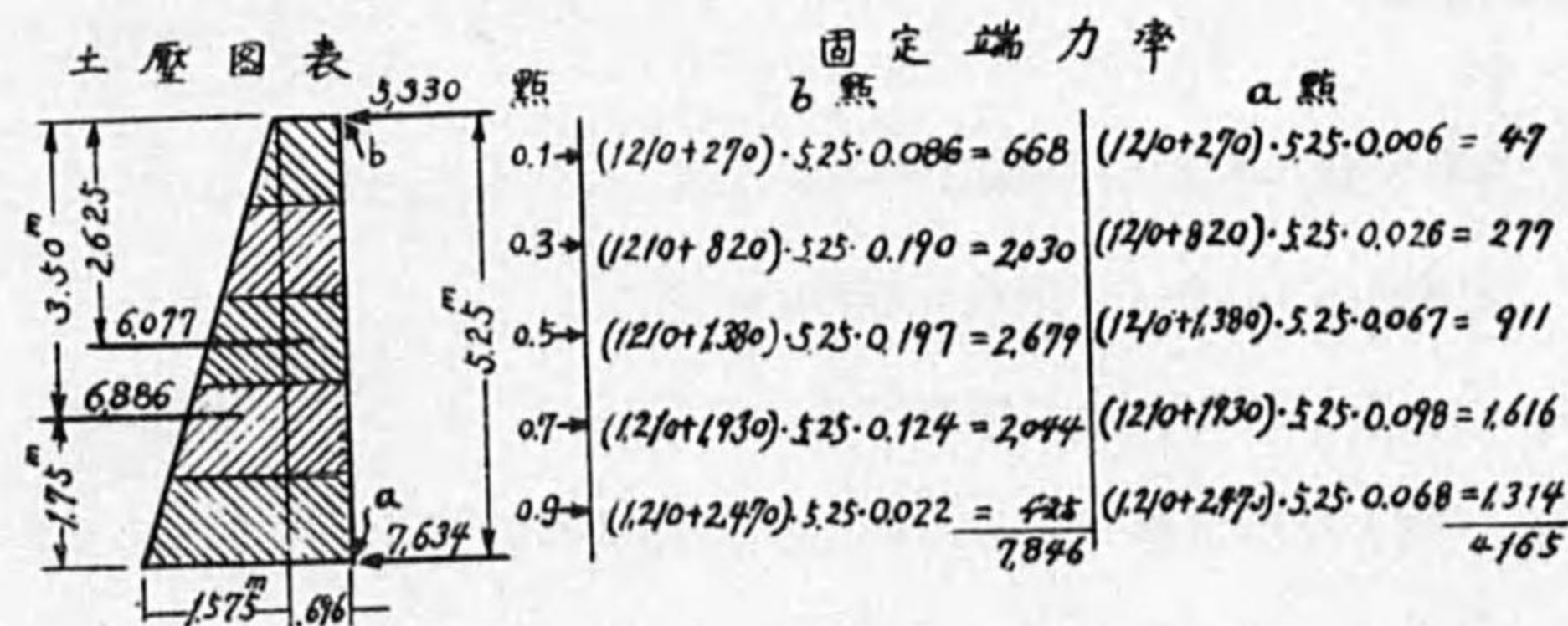
$$15368 + 18444(0.887 + 0.080) = 33,203 \text{ kg m}$$

集中活荷重に歸する力率はデッキの縦移動が防がれたるときにのみ 15,368 kg mに等しい。

此の問題に於ては移動が防がれあるを假定して問題9に於ける應力の決定に15,368を用ゐる。デッキの縦移動の影響に關しては問題7に述べてある。

### 問題 5 土 壓

問題1に於ける結構は兩端壁に於てアクチーブの土壓を受ける。各壁に於ける土壓は過載荷重に對する餘裕を含めて第13圖の壓力圖式に示してある。



第 1 3 圖

結構に於ける力率、推力及び剪力を求める。



壓力圖式を第13圖に示したる如く5に區分する。夫等の各面積に第Ⅲ圖表により0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 及び0.9點に於て集中荷重を適用する。而して $d' = 1.11$ に對する固定端力率の係數を見出す。第13圖の $a$ 及び $b$ 點は圖表Ⅲの $B$ 及び $A$ に相當することに注意。 $b$ に於ける固定端力率の値は7,846kg mで $a$ に於ては4,165kg mなることが第13圖の計算に示してある。

若しフーチングが $a$ 及び $d$ にて固定されてあるならば、固定端力率は此の數字を解法に使用してよい。フーチングは此の結構では鉸であるから固定端力率はそれに調整しなければならぬ。此の調整に就て總ての必要なるデータは既に計算されてあるから力率分布に依りて簡便にせられる。 $a, b$ を兩端固定と考える(第14圖参照) 接手 $a$ を解放する。それにより4,165の固定端力率は消える。而して接手 $b$ に $a$ の回轉に依りて生ずる力率を負ふことになる。問題1のデータから夫の送り力率の數値は

$a$	0.87	$b$
+4,165		7,846
-4,165		0
0		-3,707
0		0
0		-11,553

第 1 4 圖

$$4165 \frac{r_a S_a}{S_a} = 4165 \frac{6.2}{7.1} = 3,707$$

而して $b$ に於ける結局の固定端力率は

$$a \text{ が鉸のとき } 3707 + 7846 = 11,553 \text{ kg m}$$

である。

問題2の第10圖から結局の隅力率は

$$11553(0.1127 - 0.0803) = 375 \text{ kg m}$$

此の力率は隅の外側に張力を生ずる。

推力及び剪力は靜力學で求められる。若し壁 $ab$ が單に支持されたるか或は $a$ 及び $b$ に於て鉸であるならば、土壓に對する水平反力は $b$ に於て5,330kg  $a$ に於て7634kgである。接手 $b$ が固定にされた時には375kg mの力率は $b$ に生ず

る。二つの反力のその調整は

$$\frac{375}{5.25} = 71 \text{ kg}$$

である。

而して結局の反力は

$$b \text{ に於て } 5330 + 71 = 5401 \text{ kg}$$

$$a \text{ に於て } 7634 - 71 = 7563 \text{ kg}$$

冠頂に於ける力率は

$$375 + 5401 \times 0.426 \text{ m} = 2,460 \text{ kg m}$$

之がデッキの頂部に張力を生ずる。力率、推力及び剪力は第12圖(c)に示してある。

### 問題 6 デッキの收縮及び水平變位

(Deck shortening and Horizontal displacement)

問題1に於ける結構は (a)25°Cの温度低下 (b)0.00036の收縮率に相當する收縮 (c)0.00036の收縮係數に相當するフーチングの外方水平變位に歸しデッキに收縮を惹起する。(解法はV参照)。デッキに於ける軸推力により惹起される弾性及び粘性變形に歸する收縮は無視するのが普通であるから茲に省畧する。

デッキの單位收縮は

$$25 \times 0.0000108 + 0.00036 + 0.00036 = 0.00099$$

である。全收縮は

$$0.00099 \times 19.5 = 0.0193 \text{ m}$$

之は $a$ 及び $d$ に於て0.0096mの外方變位に等量である。

今接手 $b$ 及び $c$ の固着のものを解かんに第15圖は靜



第 1 5 圖



定状態を表はすもので、それから  $b$  に於ける固定端力率が決定される、即ち次の如くなる。

$$b \text{ に於ける固定端力率} = \frac{EI_a D}{L^2} \times S_b (1 - r_a r_b) =$$

$$\frac{210,000 \times 10000 \times (1/12) \times 0.675^3 \times 0.0096 \times 22.5}{5.25^2} \times$$

$$\left(1 - \frac{6.2^2}{22.5 \times 7.1}\right) = 320,503 \text{ kg m}$$

問題2の第10圖から結局の隅力率は

$$320503(0.1127 - 0.0803) = 10,384 \text{ kg m}$$

之に相當する水平推力は

$$\frac{10384}{5.25} = 1,978 \text{ kg}$$

而して冠力率は

$$1978 \times 5.676 = 11,227 \text{ kg m}$$

之がデッキの底に張力を生ぜしめる。力率、推力及び剪力は第12圖 (a) に示してある。

### 問題7 不均齊と取付道路

(Dissymmetry and Sidesway)

結構或は荷重状態が不均齊であるならば曩に解し且つ應用した如き力率分布法では平衡に対する静力學要求を満さない處の水平推力を與へる。

今問題4の0.625點に3750kgを載荷する結構を探るに隅力率は問題4で決定して

$$1.0 \text{ 點で} \dots\dots 15,368 \text{ kg m}$$

$$0.0 \text{ 點で} \dots\dots 7,755 \text{ kg m}$$

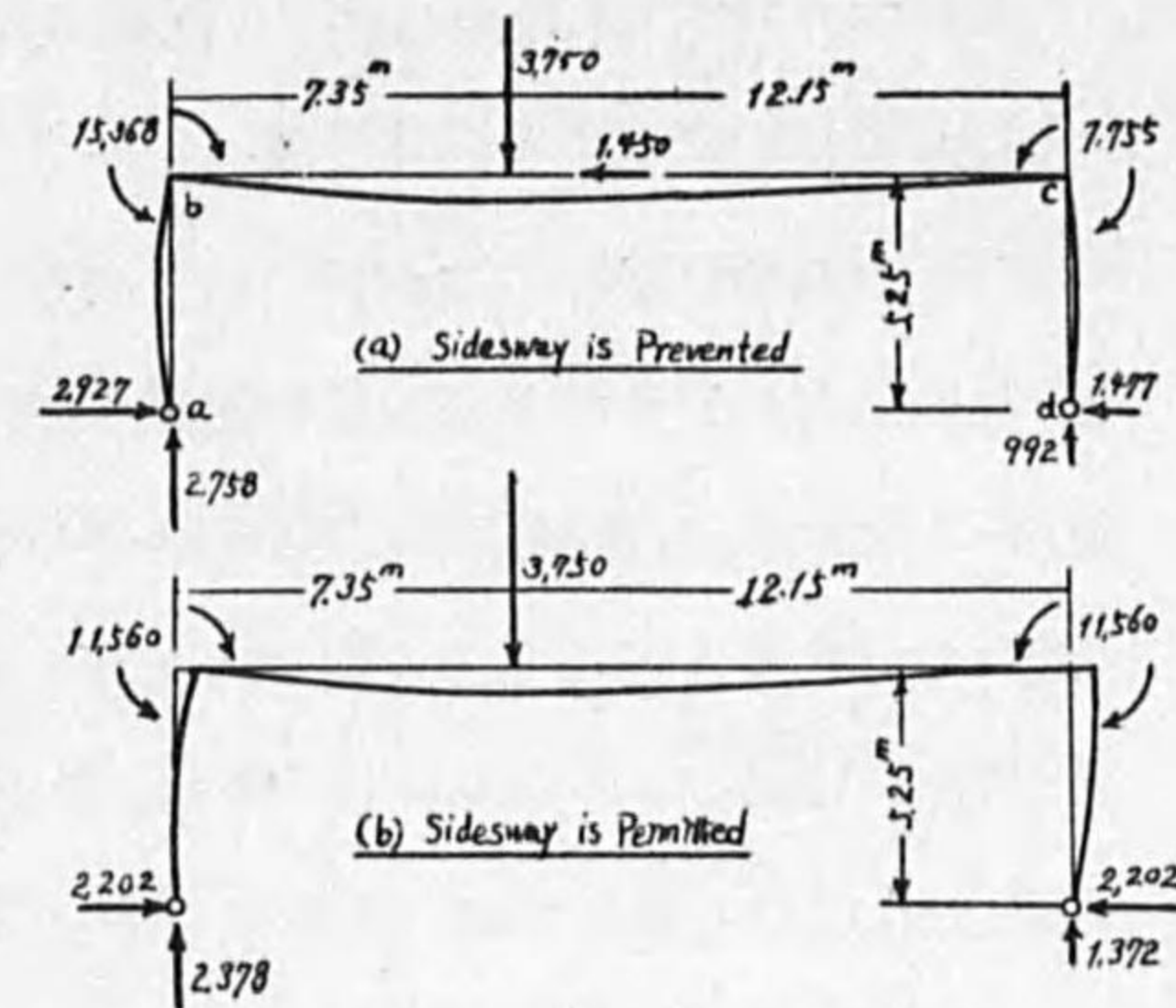
である。

之に相當する水平推力は第16圖 (a) に示す如く

$$a \text{ 點に於て} \frac{15.368}{5.25} = 2,927 \text{ kg}$$

$$d \text{ 點に於て} \frac{7755}{5.25} = 1,477 \text{ kg}$$

水平力の代數和は  $2927 - 1477 = 1450 \text{ kg}$  である。然しそれは或線上の總ての外力の投射の和は零であらねばならぬ事の静力學要求を満す爲めに零であるべきである。此の明瞭なる齟齬は次の如く取付道路を考慮することに依りて明かとなる。



第 16 圖

第16圖 (a) に於ける  $bc$  は結構及び載荷が不均齊のここから  $a$  及び  $d$  に関して側方に動くことが明かである。而して又  $bc$  の側方變位は端壁の上端に於て固定端力率を起すべきことが明かである。問題2及び4に關し  $bc$  の變位に歸する固定端力率は解法に含んでないことである。此の削除の意味は  $b$  及び  $c$  點は  $a$  及び  $d$  點上に鉛直にそれ等の原位置に保たれてあるといふ意で、即ち結構の取付道路で防がれてあるといふことになる。明に  $bc$  の水平變位を防ぐ爲めに外力が  $bc$  線に加へられなければならぬ。平衡の方法として  $1450 \text{ kg}$  に等しい力を要する。取付道路で防がれる結構に対する荷重反力及び撓曲軸は第16圖 (a) に示してある。

$bc$  に於ける  $1450 \text{ kg}$  の力は  $a$  に於て鉛直反力を増し  $d$  に於ては鉛直反力を減する。その量は次の如き量である。

$$\frac{1450 \times 5.25}{19.5}$$

$a$  に於ける全鉛直反力は等布活荷重をも含めて



$$3750 \frac{12.15}{19.5} + 1450 \frac{5.25}{19.5} + 445 \times 9.75 = 2378 + 380 + 4339 = 7097 \text{kg}$$

である。

デッキが側方に動くこまが許されてあるならば荷重、反力及び撓曲軸は第16圖(b)に示した如くである。此の場合の解法は次の如くする。結構が丁度取付道路で妨げられたる如く見て第16圖(a)に示したる如く力と反力とを記す。第16圖(a)に於てbcに等しき反対の力を加へて1450kgの力を消す。此の力は結構が對稱であるからa及びdに725kgに等しい水平推力を起す。取付道路を第16圖(b)に於ける如く妨げられないならば其の爲めの推力は

$$2927 - 725 = 1477 + 725 = 2202 \text{kg}$$

である。而して隅力率は

$$2202 \times 5.25 = 11,560 \text{kg m}$$

取付道路に對する修正はかくして最大隅力率を15,368kg mから11,560kg mに減ずる。

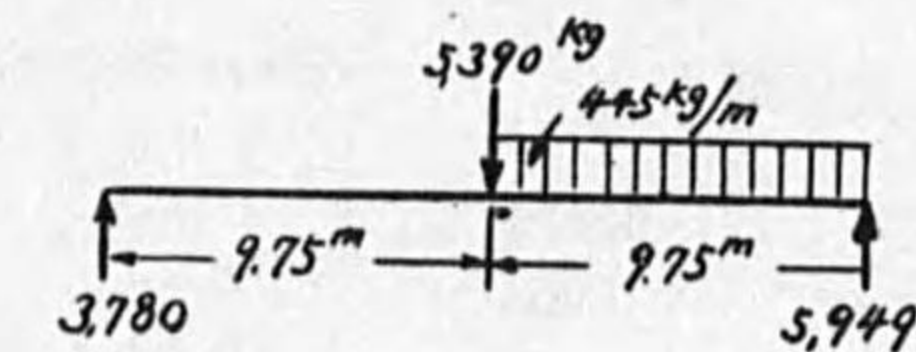
以上で不對稱鉛直荷重を支える結構に於て取付道路に對する修正をしたときには最大力率及び最大水平推力が減ぜられることがわかつた。故に結構は明かにゆるぐ(to sway)こまが知られるのでなければ取付道路に對する修正は不安全なる。取付道路は一部——實際に全部——築堤盛土及び道路版の壓力で妨げられてあるから15,368kgの力率は取付道路の爲めに修正しないでよい。

### 問題8 剪 力

問題1に於ける結構は死荷重、活荷重、土壓及びデッキ收縮力を受ける。剪力計算の集中荷重には力率計算に用ゐた3,750kgの代りに5,390kgとして用ゐた以外の荷重は問題3、4、5及び6と同じ。(a)冠 (b)隅及び(c)フーチングの上部に於ける最大全剪力及び単位剪應力を求める。

(a) 冠 死荷重に歸する最大剪力は零である。土壓並にデッキの收縮力も同様である。第17圖(a)(c)及び(d)参照。活荷重に對する剪力計算は若も取付道路が妨げられないと仮定するならば、デッキに於ける剪力は19.5mの徑間長を有する單一支持桁に於ける剪力に等しい關係から簡単にされる。活荷重に歸する最大剪力は3,780kgで第17圖に示した荷重配列によりて生ずる。それに相當する単位剪應力は

$$\frac{3780}{100 \times \frac{7}{8} \times 45} = 0.96 \text{kg/cm}^2$$



取付道路で防ぐとの仮定のもとに於

第 17 圖

ける剪力の計算(問題7の解参照)は不當である。

(b) 隅 端壁の面から面迄の全死荷量は

舗装面	200 × 18.6	= 4,092
デッキ	2400 × .50 × 18.6	= 22,320
デッキ	2400 × 0.333 × 0.85 × 18.6	= 12,635

39,047kg

死荷重に歸する最大剪力は

$$\frac{1}{2} \times 39,047 = 19,524 \text{kg}$$

對稱の土壓及びデッキ收縮は鉛直剪力を生じない。活荷重に歸する端壁の

面に於ける最大剪力は9,405kgに等し

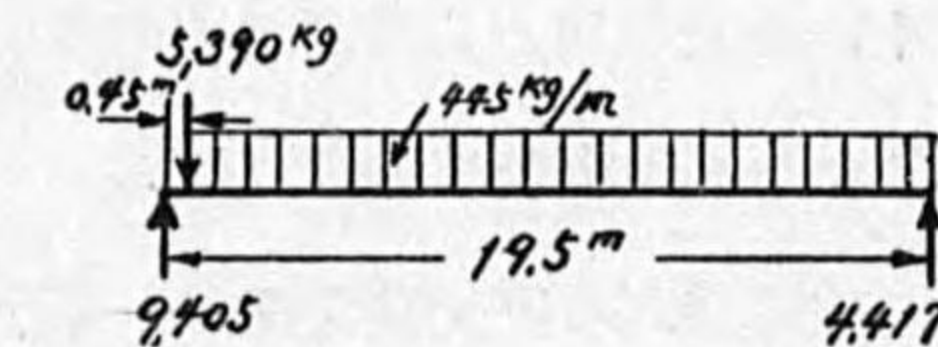
い。而して第18圖に示したる荷重配列

によりて生ずる全死荷重剪力は

$$19,524 + 9,405 = 28,929 \text{kg}$$

之に相當する単位剪力は

$$\frac{28,929}{100 \times \frac{7}{8} \times 130} = 2.6 \text{kg/cm}^2$$



第 18 圖



(c) フーチングの上部 最大剪力は支點に於ける水平推力に等しい。死荷重推力は3,175kgである。第12圖(a)参照。活荷重に歸する最大水平推力は最大隅力率を起すのと同じ荷重配列によりて生ずる。最大隅力率は問題4の解法から誘導されて

$$\frac{5390}{3750} \times 15368 + 18444(0.887 + 0.080) = 22084 + 17835 = 39,919 \text{ kg m}$$

水平堆力は

$$\frac{39919}{5.25} = 7,607 \text{ kg}$$

土壓及びデッキ收縮によりて生ずる水平推力は死活荷重に歸する推力に抗する。故に土壓及びデッキ收縮を無視する方安全である。而して最大剪力として次の如く取る。

$$14272 + 7607 = 21,879 \text{ kg}$$

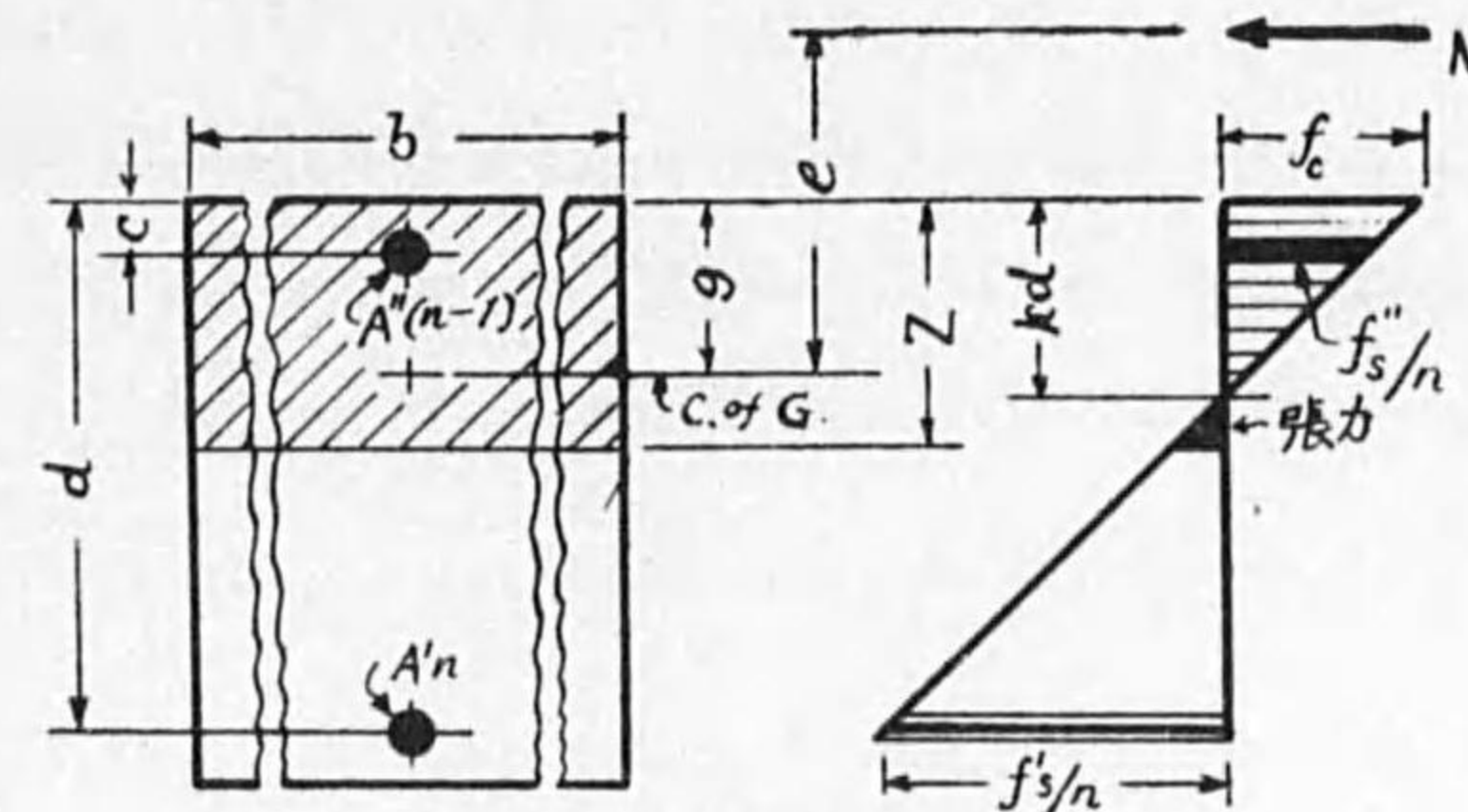
之に相當する單位剪應力は

$$\frac{21879}{100 \times \frac{7}{8} \times 70} = 3.57 \text{ kg/cm}^2$$

## Ⅶ 應力の決定

ラーメン橋の横断面は彎曲と軸推力との結合應力を受ける。最も多くの断面は張力及び壓力補張を有せしむる。かゝる場合の應力決定の一般順序は多くの圖表を用ゐるが便であつて、其の場合の殆んご總てが鐵筋が對照に置かれた断面の場合に適用される。

次に述ぶる應力決定法——圖表を使用しない——は便利で迅速に出来る方法である。其の順序の第1には第19圖(a)に於ける横斷コンクリート面積  $Z \times b$  の深さ  $Z$  の計算である。それが應力を求むるに必要なものである。別々の等値面積  $Z \times b, A'n$  及び  $A''(n-1)$  に對し次の三つの断面係数を計算する。



(a) 記號

(b) Deckの中點に於ける断面の係數

$$b=100 \text{ cm}, d=45 \text{ cm}, c=5 \text{ cm}, A'=330 \text{ cm}^2, A''=42.6 \text{ cm}^2, n=10 \text{ とす}$$

$$\text{計算 } Z=17.5 \text{ cm}$$

$$A_t = 100 \cdot 17.5 + 33 \cdot 10 + 42.6 \cdot 9 = 2463.4$$

$$A_t g = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 17.5^2 + 33 \cdot 10 \cdot 45 + 42.6 \cdot 9 \cdot 5 = 32,080, g = \frac{32,080}{2463.4} = 13.02$$

$$I_t = \frac{1}{3} \cdot 100 \cdot 17.5^3 + 33 \cdot 10 \cdot 45^2 + 42.6 \cdot 9 \cdot 5^2 - 32,080 \cdot 13.02 = 438,800$$

(c) 端壁の面に於ける断面の係數

$$b=100 \text{ cm}, d=130 \text{ cm}, c=5 \text{ cm}, A'=538 \text{ cm}^2, A''=330 \text{ cm}^2, n=10 \text{ とす}$$

$$\text{計算 } Z=45 \text{ cm}$$

$$A_t = 100 \cdot 45 + 538 \cdot 10 + 33 \cdot 9 = 5335$$

$$A_t g = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 45^2 + 538 \cdot 10 \cdot 130 + 33 \cdot 9 \cdot 5 = 172,675, g = \frac{172,675}{5335} = 32.37$$

$$I_t = \frac{1}{3} \cdot 100 \cdot 45^3 + 538 \cdot 10 \cdot 130^2 + 33 \cdot 9 \cdot 5^2 - 172,675 \cdot 32.37 = 6,476,685$$

(a) 等値面積の和 第19圖

$$A_t = b \times Z + A'n + A''(n-1)$$

(b) 等値面積の重心の位置

$$g = \frac{0.5 \times b \times Z^2 + A'nd + A''(n-1)c}{A_t}$$

(c) 重心に關し等値面積の断面二次率

$$I_t = 0.333 \times b \times Z^3 + A'nd^2 + A''(n-1)c^2 - A_t \times g^2$$

第19圖(a)に於けるもの以外の断面積の同様の式は容易に初歩力學から求



められる。

等値面積の重心から  $e$  の距離の、推力  $N$  によりて断面に生ずる應力は以上の三つの断面係数を用いて決定される。

例へば  $f_c$  及び  $f_s'$  (第19圖(a)参照)の公式に對しては

$$f_c = \frac{N}{A_t} + \frac{N \times e \times g}{I_t} \quad \text{及び}$$

$$\frac{f_s'}{n} = \frac{N}{A_t} - \frac{N \times e \times (d-g)}{I_t}$$

$$kd = \frac{f_c \times d}{f_c + f_s'/n} \quad \text{の値は計算上の有効深 } Z \text{ と差がある。即ち第19圖}$$

(a) に示したる如く張力としてコンクリートの小面積を含んだことになる、即ち壓力としての小面積を除いたことになる。何れの場合に於ても  $Z$  又は  $kd$  によりて計算される應力の差は小である。應力決定の叙上の方法は適應性のものであつて與へられた公式で求めた應力は  $Z$  の値に於ける相當の差でも其の應力の差は輕微なものである。

### 問題9 應力決定

問題1に於ける結構は死活荷重、土壓及びデッキ收縮(水平變位に對する餘裕を含んで)を受けてゐる。冠及び隅部に於ける最大應力を求める。

徑間の中點に於ける力率及び推力は前各問題の解法から求められる。第12圖に依りて總括すると

		力 率	軸 推 力
死 荷 重	(問題 3)	+6385	+14272
活 荷 重	(問題 4)	+6560	+ 5795
土 壓	(問題 5)	-2460	+ 5401
デッキ收縮	(問題 6)	+11227	- 1978
計	$N \times E =$	21712kg m	
	$N =$		23,490kg

有効コンクリート面積の深  $Z$  は先づ第19圖に與へられたる断面性質から計算しなければならぬ。コンクリートの張應力を無視する一般の遣り方に依り  $Z$  の精確なる値は、中立軸に迄の深さ  $d$  に等しかるべきである。  $k$  の値は既知の断面に於ける純彎曲に對し容易に計算される。

$$\left( k = \sqrt{2n(p' + p'' \frac{c}{d}) + n^2(p' + p'')^2} - n(p' + p'') \right) \quad \text{但し } p' = \frac{A'}{bd}, p'' = \frac{A''}{bd}$$

それが断面に於ける附加推力 (additional thrust) につき  $k$  の影響を計算することによりて修正される。  $Z$  の値がかくして得たるときは断面係数  $A, g$  及び  $I_t$  はⅦに於ける一般公式から決定せられる。それ等は第19圖 (b) に計算してある。

結構軸に關しての偏心は

$$E = \frac{21712}{23490} = 0.92\text{m} = 92\text{cm}$$

之より等値面積の重心に關しての偏心  $e$  は定められる。第19圖 (a) 及び (b) の表を見ると

$$e = E - \frac{1}{2}(d+c) + g = 92 - 25 + 13.02 = 80\text{cm}$$

壓力の外維應力及び鋼材應力はⅦの公式より誘導せられる、即ち

$$f_c = \frac{23490}{2463.4} + \frac{23490 \times 80 \times 13.02}{438,800} = 9.54 + 55.72 = 65\text{kg/cm}^2$$

(土木學會標準示方書に定められたる最大値なり)

$$f_s'' = 10 \left( \frac{23490}{2463.4} + \frac{23490 \times 80 \times 8.02}{438,800} \right) = 10(9.54 + 34.33) = 439\text{kg/cm}^2$$

$$f_s' = 10 \left( \frac{23490}{2463.4} - \frac{23490 \times 80 \times 31.98}{438,800} \right) = 10(9.54 - 136.87) = -1273\text{kg/cm}^2$$

外纖維より中立軸までの距離は



$$kd = \frac{65}{65+127.3} \times 45 = 15.3 \text{ cm}$$

應力は平衡の方則に依りて照査する。斷面に直角に投射した斷面應力の和は下記の計算によると25,757kgで軸推力の23,490kgと大差はない。

$$\frac{1}{2} \times 65 \times 100 \times 15.3 = 49725$$

$$43.9 \times 42.6 \times 9 = 18701$$

$$\text{全壓力 : } \quad \quad \quad 68426 \text{ kg}$$

$$1273 \times 33 = 42009$$

$$\frac{1}{2} \times 6 \text{ kg} \times 100 \times (17.5 - 15.3) = 660$$

$$\text{全張力 : } \quad \quad \quad 42669 \text{ kg}$$

$$\text{壓力一張力 : } \quad \quad 25757 \text{ kg}$$

$$\text{軸推力 : } \quad \quad \quad 23490 \text{ kg}$$

660kgの項は中立軸 $kd=15.3$ cmと有効コンクリート面積 $Z=17.5$ に對して選んだ界限のコンクリートの張應力を表はす。其の差は $17.5-15.3=2.2$ で僅かである。

隅部の力率及び推力は前の問題の解法から得た。第12圖に示した總和はデッキ收縮に歸する力率は三つの他の力率に抗することを示す。故に最大隅力率は (a) 温度上昇の $0.0000108 \times 20 = 0.000216$  (b) 最小收縮及び (c) 支點の内方水平變位に歸するデッキの伸張の影響を含むことになる。たとへ都合のよくない状態即ち收縮係数が零で變位に對し 0.00036 の等量膨脹係數としても、全デッキ伸長量は僅に $0.000216 + 0.00036 = 0.000576$  即ち

$$0.000576 \times 19.5 = 0.0112 \text{ m}$$

それに相等する隅力率(第12圖参照)

$$\frac{0.0112}{0.0193} \times 10384 = 6,022 \text{ kg m}$$

は見ないでもよい。デッキ收縮はそれ故に隅に於ける應力の決定に無關係とする。

最大活荷重應力は集中荷重が第16圖(a)に與へられたる位置に在るとき得られる。それに相當する總活荷重力率は問題4と問題7の鉛直反力に計算してある。

	力 率	軸推力
死荷重 (問題 3)	74930	36939
活荷重 (問題 4 及び 7)	33203	7097
土 壓 (問題 5)	375	0
計	$N \times E =$ $N =$	108,508 kg m 44,036 kg

結構軸に關する偏心は

$$E = \frac{108503}{44036} = 2.46 \text{ m} = 246 \text{ cm}$$

第19圖(a)及び(c)に於ける重心に關する偏心は

$$e = 246 - 67.5 + 32.37 = 210.87 \text{ cm}$$

斷面係數は第19圖(c)に計算してある。應力は次の如くである。

$$f_o = \frac{44036}{5335} + \frac{44036 \times 210.8 \times 32.37}{6,547,635} = 8.25 + 45.83 = 54 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s'' = 10 \left( \frac{44036}{5335} + \frac{44036 \times 210.8 \times 27.38}{6,547,635} \right) = 10(8.25 + 38.32) = 481 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s' = 10 \left( \frac{44036}{5335} - \frac{44036 \times 210.8 \times 97.68}{6,547,635} \right) = 10(8.25 - 138.50) = 1302 \text{ kg/cm}^2$$

外纖維から中立軸迄の距離は



$$kd = \frac{54}{54+130} \times 130 = 39\text{cm}$$

應力の照査は次の計算に示す。

$\frac{1}{2} \times 54 \times 100 \times 39 = 105300$	
$48 \times 33 \times 9 = 14256$	
全圧力 :	119,566kg
$1302 \times 53.8 = 70048$	
$\frac{1}{2} \times 9 \times 100 \times (45-39) = 2700$	
全張力 :	72,748kg
圧力—張力	46808
軸推力	44036

2700の項はコンクリートの張應力を表はす。

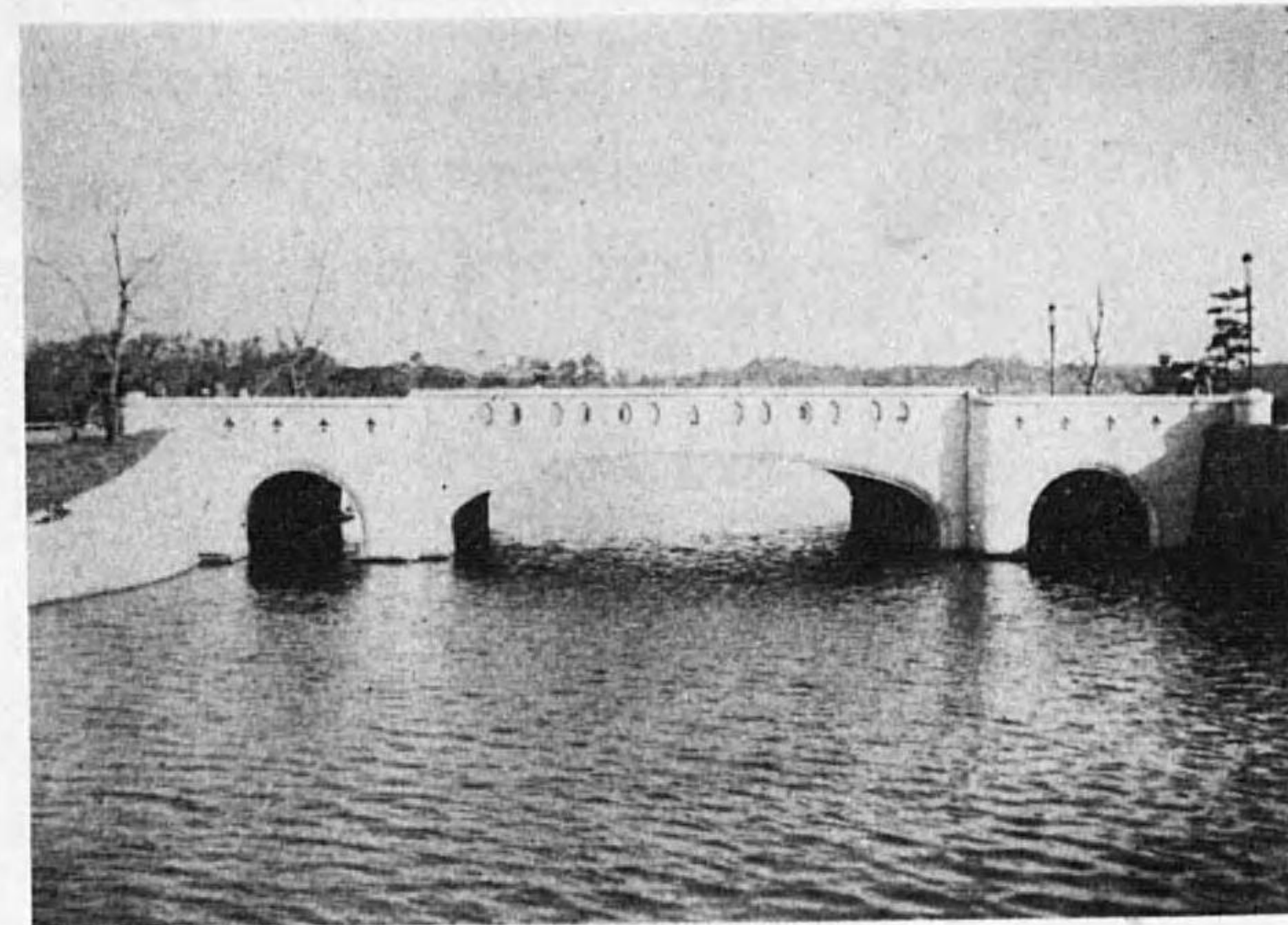
### Ⅷ 斜架ラーメン

デッキの軸が支持壁の面と斜角に施設する橋梁が少くない。斜角 $\nu$ はデッキ軸と支持壁の並行線と直角なる角の間の角度とする。故に $\nu$ 角はⅥ及びⅦに述べた解法は直角結構に対しては零に等しい。

斜架實體拱及び固定結構の解法の重要な文獻は J.C. Rathbun 氏及び B.L. Weiner 氏の著にある。大なる斜角の場合は別として其の角の小なる場合複雑なる手数の斜架結構解法を適用することは考慮を要する。

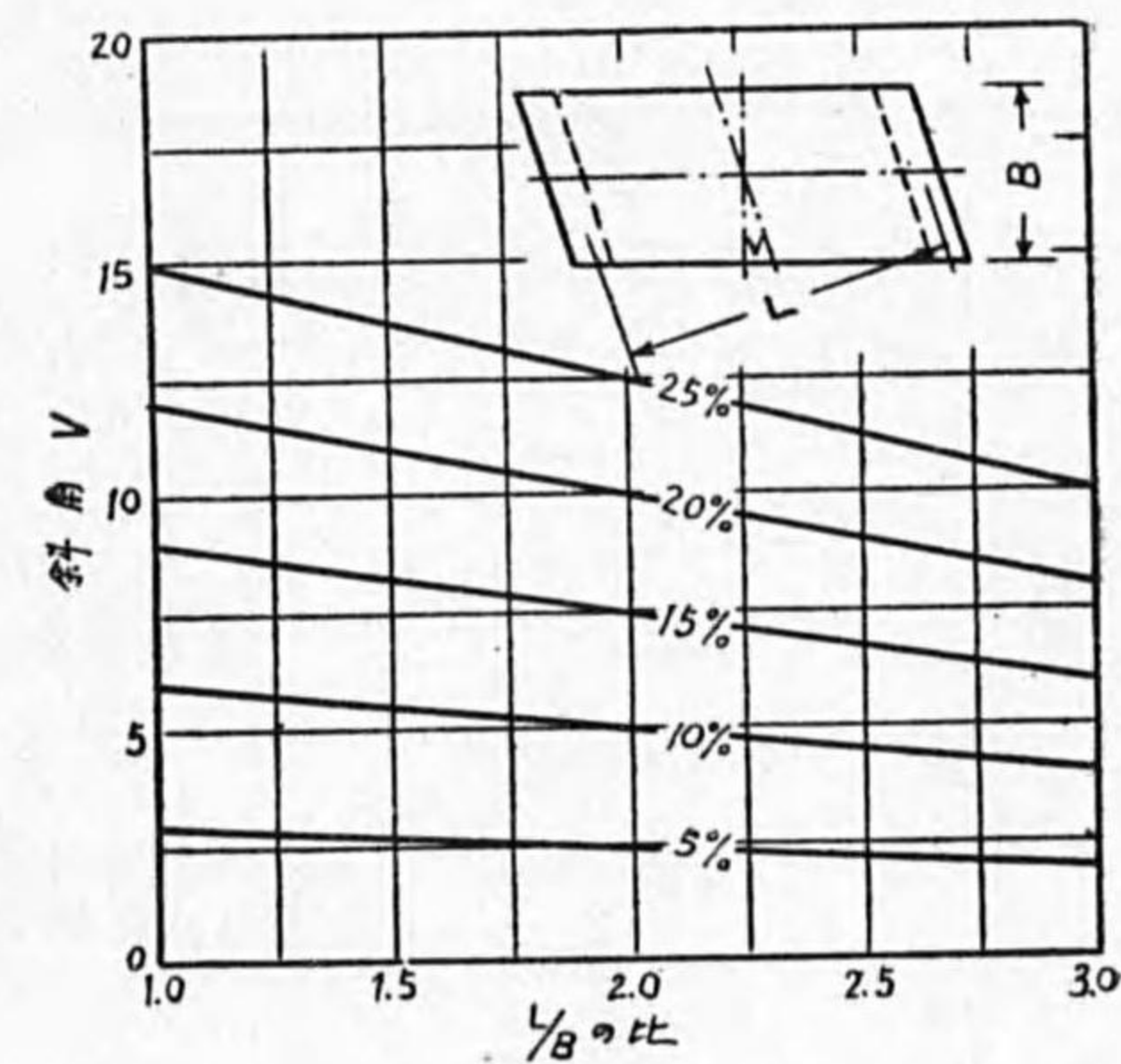
然し斜架實體結構の簡單なる解法は無い。其の角度の或制限内ならば直角結構の解法でよいとも云へない。然し斜架結構の現在の解法を簡單にする要求は少くない。

斜角の小なる場合の固體實體結構の解法は概要次の如くする。此方法は考究の梗概を示したものである。その結果は設計者に價値あるものを見られ



るが、茲に示すのは設計者は各自の判定に基き自身の規定を設ける見當を付ける爲めのものである。

第20圖に於て横距は直角徑  $L$  と幅  $B$  との比で、縦距は斜角 $\nu$ の値である。 $L/B$ 及び $\nu$ の與へられたる値を有する斜架橋は圖表の點で表はされる。若も點が頂部(25%線)にあるならば three-dimensional skew frame の解法によるのが適當である。點が25%線以下にある場合は徑間  $L$  の直角結構として設計してそう矛盾もしない。然し斜架の結果としての餘裕を見る



第 20 圖



爲めに直角結構解法として得た總ての力率、推力及び剪力に増加をなす。其の増加量は圖表の得点の位置により示してある。現在では大なる斜角の結構にはリブの結構として設計するこゝがよいとして居る。各別のリブが隣接リブに獨立に解せられてリブ間の版はリブの間の距離に應じて相關的に薄くする。斜架橋としての特質なる轉扭力率の影響は之を考慮し、此の影響に對するものとして版の仕上げに特に適當なる補強を挿入して置く。

昭和10年5月2日 印刷  
昭和10年5月7日 發行

定 價 15 錢 (送料共)

發 行 者 中 島 敏 雄  
大阪市東區今橋一丁目九番地

發 行 所 日 本 ポルトランド  
セメント 同 業 會  
大阪市東區今橋一丁目九番地  
電話本局2935番・振替口座大阪65591番

印 刷 所 共 榮 堂 印 刷 所  
大阪市南區瓦屋町一番丁二十一番地

## 新 刊 書 目

### コンクリート叢書 (定價には送料を含む以下同様)

土木に關する風水害の體驗 (19卷)	30錢
鐵筋コンクリート建築 特に災害豫防に因みて (18卷)	10〃
コンクリート講習會(仙臺)講演集 (第四集) (17卷)	30〃
水泳プール編 (16卷)	50〃

### コンクリートパンフレット

鐵筋コンクリート橋 (12號)	10錢
納骨堂と墓地 (11號)	10〃
豚舎、牛舎、禽舎 (10號)	10〃
コンクリート工事の失敗原因と其豫防 (9號)	殘本なし
葡萄棚、梨子棚の柱 (8號)再版	5錢

### 其 他

耐火、耐震、耐風、耐水の鐵筋コンクリート建築	5錢
鐵筋コンクリート小學校建築	20〃
田の畦をコンクリートに	
建築工事に於けるコンクリートの調合及び水量の定め方	5錢

### セメント界彙報特輯號 (定價20錢、送料1錢5厘)

日本ポルトランドセメント同業會創立滿二十五周年記念號(321號)	
コンクリート電柱號 (318號)	殘本なし
水産業に於けるコンクリート工特輯號 (314號)	〃





日本標準規格 A5 148 × 210mm



14.5

360

14.5-360



1200501216546

終