

3 章 鉄筋コンクリート床版

鉄筋コンクリートについては、土木学会制定の鉄筋コンクリート標準示方書でいろいろ規定しているが、この章では橋に鉄筋コンクリート床版を用いる場合の特別な事項を規定した。この章に規定しない一般的な事項については、鉄筋コンクリート標準示方書の規定によるものとする。

車道の床版の最小厚 16 条

車道の鉄筋コンクリート床版の最小有効厚さは 11 cm とする。

〔解説〕

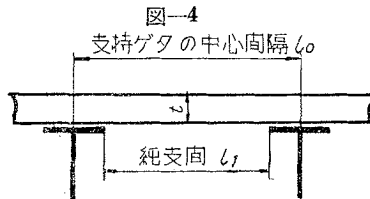
鉄筋コンクリート床版の最小有効厚さを規定したものである。床版の支間を小さくすれば、理論上は有効厚さをいくらかでも薄くできるのであるが、あまり薄い版は完全な施工を期し難く、また施工上の欠点の影響が大きいので、最小有効厚さを規定したのである。最小有効厚さが 11 cm であるから、これに鉄筋のカブリを 2.5 cm、鉄筋直径を 13 mm とすると最小全厚は約 14 cm となる。

なお上記のことは、床版の上面にあらためて舗装する場合を規定しているのであるから、もしもそうでない場合には、摩耗層として 2~3 cm 以上の厚さを増すことが必要である。ただし、この摩耗層は有効厚さの中に含まないものとする。

床版の支間 17 条

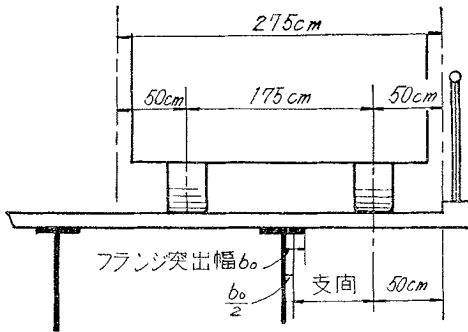
単純版・連続版の支間は、主鉄筋の方向に測つた支持ゲタの中心間隔とする。ただし単純版において、主鉄筋の方向に測つた純支間に支間中央の版の厚さを加えた長さが上記の支間より小さい場合には、これを支間とすることができる（図-4）。

片持版の支間は、支点となるゲタの中心と最も遠い載荷点との距離からフランジ突出幅の 1/2 を引いた値とする（図-5）。

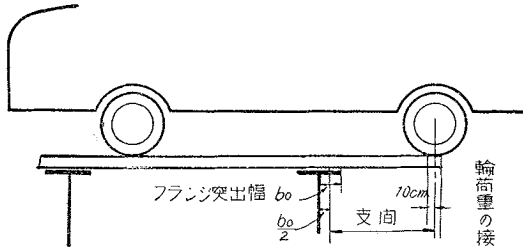


ただし $l_1 + t < l_0$ の場合には 支間 = $l_1 + t$

図-5 片持版の支間



(a) 主鉄筋が車両進行方向に直角な場合



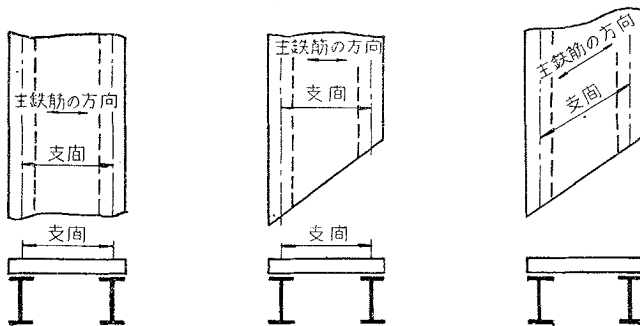
(b) 主鉄筋が車両進行方向に平行な場合

〔解説〕

単純版や連続版の支間は、主鉄筋の方向に測った支持ゲタの中心間隔を原則とするのであって、直橋・斜橋に対してそれぞれ 図-17・1 のようになる。

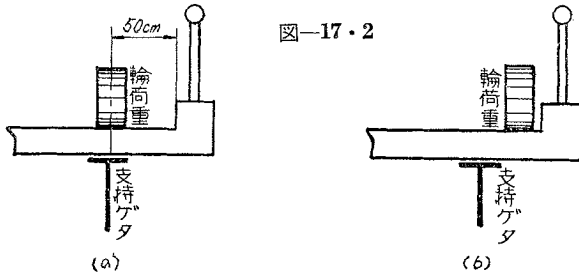
単純版で支持ゲタのフランジ幅が広い場合には、上に規定した支間を少し小さくしても

図-17・1



よいように思われるので、土木学会制定の鉄筋コンクリート標準示方書に準じて規定を設けた。すなわち、主鉄筋の方向に測った純支間に、支間中央の版の厚さを加えた長さが、主鉄筋の方向に測った支持ゲタの中心間隔より小さい場合には、支間として小さいほうをとってよいことにしたのである。

片持版の支間は、衝撃係数や床版の曲げモーメントを計算する式中に用いる支間という意味で規定したものである。この場合、支持ゲタのフランジが相当有効に働くものとして、ゲタの中心と載荷点との距離からフランジ突出幅の1/2を引いた値を支間と考えるよう緩和した(図-5)。(a)は主鉄筋が車両の進行方向に直角な場合で、車輪の中心は建築限界線より50cm内側にあるから、支間は図-5(a)のようになる。(b)は主鉄筋が車両の進行方向に平行な場合で、車輪の接地長を20cmとすれば(表-2)、車輪中心は版端から10cm内側にあるから、支間は図-5(b)のようになるが、(a)・(b)いづれも死荷重に対する支間としては地覆の端までとることはいうまでもない。



なお、歩車道の区別のない橋で、はね出しが比較的短い場合には、輪荷重は計算上は図-17・2(a)に示すようにフランジ上に乗つて、ほとんど曲げモーメントを生じなくなる。しかし実際には、図-17・2(b)のようにはね出し部分に車輪が載ることがあり(72条解説参照)、高欄に働く推力の影響(71条解説参照)もあるから注意を要する。この場合一般には、支持ゲタ上の鉄筋を地覆まで延長しておくのがよい。

1 方向版の曲げモーメント 18 条

床版を1方向版として設計する場合T荷重による床版の単位幅(1m)当りの最大曲げモーメントは、表-7に示す式で計算することができる。

表-7

版の区分	適用支間	主鉄筋の方向		摘 要
		車両進行方向に 直角	車両進行方向に 平行	
単 純 版	$l \leq 2$	$+\frac{0.25 Pl}{0.7 l + 1}$	$+\frac{0.25 Pl}{0.175 l + 1}$	+は支間曲げ
	$2 < l \leq 4$	$+\frac{0.5 P(l-1)}{l+0.4}$	$+\frac{0.25 Pl}{1.35}$	

連続版	$l \leq 2$	$\pm \frac{0.2 Pl}{0.7 l + 1}$	$\pm \frac{0.2 Pl}{0.175 l + 1}$	モーメントを —は支点曲げ モーメント を示す。
	$2 < l \leq 4$	$\pm \frac{0.4 P(l-1)}{l+0.4}$	$\pm \frac{0.2 Pl}{1.35}$	
片持版	$l \leq 1$	$\frac{Pl}{2l+0.4}$	$-\frac{Pl}{0.35 l + 1}$	
	$1 < l \leq 2$	$-\frac{Pl}{2l+0.4}$	$-\frac{Pl}{1.35}$	
曲げモーメントの単位は kg-m l = 床版の支間 (m) P = 自動車1後輪の輪荷重 (kg)				

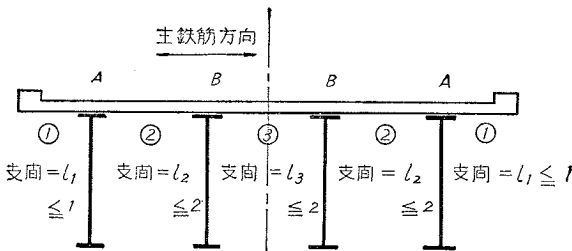
〔解説〕

1方向に主鉄筋のある鉄筋コンクリート床版の、 T 荷重による最大曲げモーメントの計算を、荷重の分布や床版の連続性を考えて厳密に行うことは、かなり複雑であるから、この条ではその近似計算式を示したものである。式中 P は自動車の1後輪荷重であり、1等橋では 8,000 kg、2等橋では 5,600 kg である。この表を用いる場合には自動車の配置などまったく考える必要がなく、床版の支間と自動車の1後輪荷重を式中に代入して計算すればよいのである。たとえば 図-18.1 のような床版がある場合の曲げモーメントは次のようになる。

床版 ①

$$\text{支点 } A \text{ の曲げモーメント} = -\frac{Pl_1}{2l_1+0.4}$$

図-18.1



床版 ②

$$\text{支間中央の曲げモーメント} = +\frac{0.2 Pl_2}{0.7 l_2 + 1} \text{ (連続版と考えるものとする)}$$

$$\text{支点 } B \text{ の曲げモーメント} = -\frac{0.2 Pl_2}{0.7 l_2 + 1} \text{ (連続版と考えるものとする)}$$

床版 ③

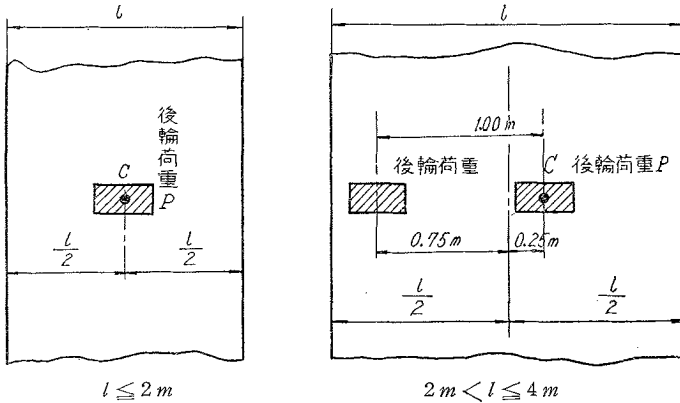
$$\text{支間中央の曲げモーメント} = +\frac{0.2Pl_3}{0.7l_3+1} \text{ (連続版と考えるものとする)}$$

$$\text{支点 } B \text{ の曲げモーメント} = -\frac{0.2Pl_3}{0.7l_3+1} \text{ (連続版と考えるものとする)}$$

なお支点 B の曲げモーメントは床版②で算出したものと床版③で算出したもののうち大きいほうをとるのである。また表-7 の式中には衝撃の影響は含まれていないから、衝撃を考える場合には 10 条の規定によつて算出しなければならない。

ここに示した計算式は、鉄筋コンクリート床版を等方性弾性版と仮定し、上に厚さ 5 cm の舗装を考え、辺長比については単純版・連続版では主鉄筋と直角方向の辺長が無限に長い場合について求めた理論値に対する実用近似式で、主鉄筋と直角方向の辺長が主鉄筋方向の支間の 2 倍以上の場合に適用する。片持版では片持と直角方向の辺長が、片持方向の支間の 5 倍以上の場合について求めた理論値に対する実用近似式である。たとえば、主鉄筋が車両進行方向に直角な単純版の場合に、版の幅が支間の 2 倍以上であれば 2 対辺が単純支持された無限長の弾性版と仮定し、版の C 点(図-18・2)に最大曲げモーメント M を

図-18・2



起す載荷位置および M/P と支間 l との関係を求めれば 図-18・2 および 図-18・3 破線のとおりでである。これに対して適当な余裕を見込んで 図-18・3 の実線のように

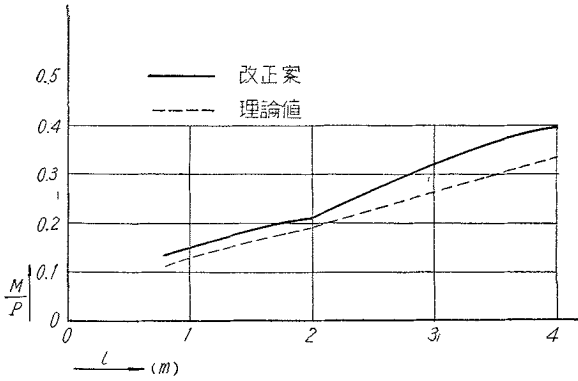
$$M/P = \frac{0.25l}{(0.7l+1)} \quad l \leq 2$$

$$M/P = \frac{0.5(l-1)}{l+0.4} \quad 2 < l \leq 4$$

としたものである。

支間の最大限を 4 m としたのは、床版の支間があまり大きくなると 表-7 の近似式が適用し難く、 $l > 4$ m のような大支間の床版は通常の橋ではまずないと考えられるからである。

図-18・3



床版を1方向版として設計する場合、等分布荷重による床版単位幅(1m)当りの最大曲げモーメントは、表-18・1 によつて計算すればよい。

表-18・1

版の区分	曲げモーメントの種類	曲げモーメント	備考
単純版		$+wl^2/8$	
片持版		$-wl^2/2$	
連続版	支間曲げモーメント	$+wl^2/10$ $+wl^2/14$	端支間 中間支間
	支点曲げモーメント	$-wl^2/8$ $-wl^2/10$	2支間の場合 3支間以上の場合

曲げモーメントの単位は kg-m

l = 支間 (m)

w = 等分布荷重 (kg/m)

たとえば 図-18・1 に示した床版の曲げモーメントは次のとおりである。

床版 ①

$$\text{支点 } A \text{ の曲げモーメント} = -wl_1^2/2$$

床版 ②

$$\text{支間中央の曲げモーメント} = +wl_2^2/10 \text{ (連続版と考えるものとする)}$$

$$\text{支点 } B \text{ の曲げモーメント} = -wl_2^2/10 \text{ (連続版と考えるものとする)}$$

床版 ③

$$\text{支間中央の曲げモーメント} = +wl_3^2/14 \text{ (連続版と考えるものとする)}$$

$$\text{支点 } B \text{ の曲げモーメント} = -wl_3^2/10 \text{ (連続版と考えるものとする)}$$

支点 B の曲げモーメントは、集中荷重の場合と同じく、床版②で算出したものと、床版③で算出したものうち大きいほうをとるのである。

なお、この条に示した計算式は、床版を支持する部材の剛性が無限に大きい場合の式であるが、実際には縦ゲタなどの弾性変形のために、支点上でも正の曲げモーメントが働くことが考えられる（図-18・4）。したがって支点附近でも床版の下面にいくらかの引張鉄筋を入れておく必要がある。またこれと同じく、図-18・5 の場合には、支間の中央部分でも負の曲げモーメントが働くから、床版の上面に引張鉄筋が必要になる。このため、通常支間の 1/5 付近で鉄筋を 1 本おきに曲げ上げまたは曲げ下げて配筋する。

なお床版を 1 方向版として設計しても、 T 荷重に対しては主鉄筋と直角方向にも版中心では相当の曲げモーメントがおこる。このことから考えて、支間と直角方向に、主鉄筋量の少なくとも 25% の配力鉄筋を配置しなければならない。

図-18・4

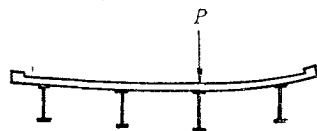
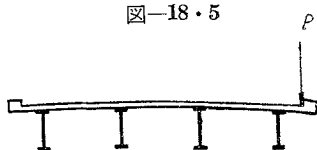
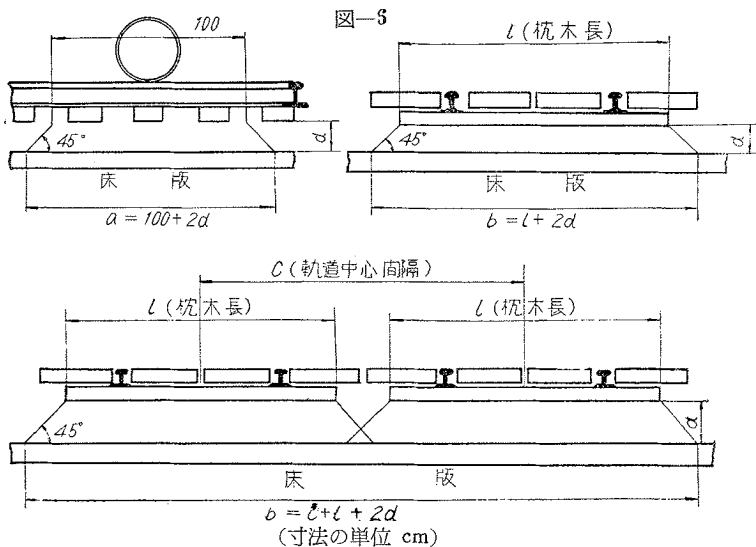


図-18・5



軌道車両輪荷重の床版への分布 19 条

軌道車両の輪荷重は 図-6 に示すような矩形面積 $a \times b$ に等分布するものとする。



〔解説〕

軌道車両の輪荷重の床版への分布を規定したものである。軌道車両の輪荷重は、マクラ木の下面において、長さ 100 cm とマクラ木の長さを両辺とする矩形に作用するものとし、床版上では、図-6 に示すような $a \times b$ の矩形上に等分布するものとしたのである。マクラ木の長さなどはそれぞれの規定による。

床版の有効幅等については土木学会制定の鉄筋コンクリート標準示方書によるものとする。

2 方向版の曲げモーメント 20 条

床版を 2 方向版として設計する場合、それぞれの支間方向の曲げモーメントは表-8 および表-9 に示す式によつて計算することができる。

1) T 荷重による曲げモーメント

表-8

車両進行方向に直角な支間の曲げモーメント	車両進行方向に平行な支間の曲げモーメント
$M_x \frac{1}{1+\alpha^4} (1+0.4\alpha^4)$	$M_y \frac{\alpha^4}{1+\alpha^4} \left(1+0.2\frac{1}{\alpha^4}\right)$

M_x = 表-7 で示した車両進行方向に直角方向の 1 方向版（単純版，連続版）としての曲げモーメント

M_y = 表-7 で示した車両進行方向に平行方向の 1 方向版（単純版，連続版）としての曲げモーメント

$\alpha = \frac{\text{車両進行方向に直角な支間}}{\text{車両進行方向に平行な支間}}$ ただし $0.5 < \alpha < 2$

M_x, M_y の計算に用いる l は常に短支間をとる。

2) 等分布荷重による曲げモーメント

表-9

長支間方向の曲げモーメント	短支間方向の曲げモーメント
$M_1 \frac{1}{1+\beta^4}$	$M_2 \frac{\beta^4}{1+\beta^4}$

$M_1 = l_1$ に対する 1 方向版の曲げモーメント (kg-m)

$M_2 = l_2$ に対する 1 方向版の曲げモーメント (kg-m)

l_1 = 長支間 (m)

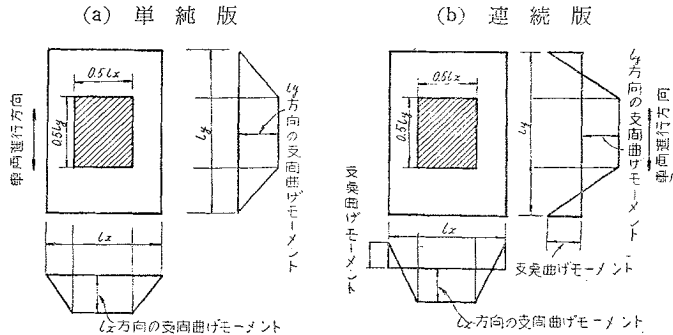
l_2 = 短支間 (m)

$$\beta = \frac{l_1}{l_2} \quad \text{ただし } 1 \leq \beta < 2$$

〔解説〕

18 条で規定する床版曲げモーメントの値は、床版を対辺で単純に支持された無限長の弾性版として求めた値であるが、矩形床版で長い支間が短い支間の 2 倍以上である場合には、短い支間が荷重のほとんど全部を受持つことになり、無限長の場合とほぼ一致するから、床版を 1 方向版とし、18 条の表-7 を用いて設計してよい。長い支間が短い支間の 2 倍未満になると、荷重の一部は長い支間方向にも分担されることになり、2 方向版として設計するのが合理的になる。この場合の実用的な近似式をこの条において規定したものである。厳密な計算はきわめて煩雑であり、実用上不便なので、種々の計算法が用いられるが、この条で計算した曲げモーメントはそれぞれの支間の中央部半支間の区域に対するものであり、支点曲げモーメントは支点上だけに適用するものである。従ってこれを図示すると図-20・1 のようになる。このことを考えて配筋には特に注意をしなければならない。

図-20・1



床版のせん断力 21 条

鉄筋コンクリート床版に対するせん断力の計算は、18 条・19 条または 20 条によつて曲げモーメントを計算した場合には省略することができる。

〔解説〕

18 条表-7 に示した式を用いて曲げモーメントを計算し、それによって設計した床版は一般にせん断力に対して十分安全であるから、特別にせん断力に対して検算しなくてもよいことにした。ただし曲げモーメントを別の方法で求めた場合には、せん断力に対する安全度を計算しておかなければならない。

輪荷重が鉄筋コンクリート連続床版を経て、間隔および曲げコワサがほぼ同一の縦ゲタに作用する場合、縦ゲタの曲げモーメントおよびせん断力の計算に用いる荷重は次のとおりとする。

(1) 曲げモーメント

縦ゲタの曲げモーメントの計算に用いる荷重は次のとおりとする。

(a) 内側の縦ゲタ

$$1 \text{ 車線の場合} \quad \frac{\lambda}{1.75} \times P \quad \lambda \leq 1.75$$

$$2 \text{ 車線以上の場合} \quad \frac{\lambda}{1.375} \times P \quad \lambda \leq 2.75$$

λ = 縦ゲタの間隔 (m)

P = 自動車の1輪荷重

ただし縦ゲタの間隔が1車線の場合に1.75m、2車線以上の場合に2.75mをこえるときは、床版を単純ゲタと仮定して算出した縦ゲタ上の反力とする。

(b) 外側の縦ゲタ

床版を単純ゲタと仮定して算出した縦ゲタ上の反力とする。

(c) 1格間または隣接する主床ゲタ間にある縦ゲタの強さの総計は、この間隔中にある活荷重および死荷重を支持するに足る強さよりも大きくしなければならない。

(2) セン断力

縦ゲタのせん断力の計算に用いる荷重は、床版を単純ゲタと仮定して算出した縦ゲタ上の反力とする。

〔解説〕

自動車の輪荷重が、鉄筋コンクリート連続床版を経て縦ゲタへ間接に作用する場合に、床版が荷重を分布することを考え、縦ゲタの負担荷重を軽減する目的で規定したものである。

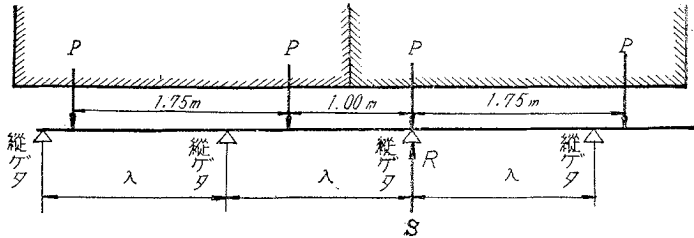
ここに示した値は、幅の広い鉄筋コンクリート床版が剛性と間隔の等しいゲタで支持されている場合の理論値に対する近似値であるから、床版の厚さはほぼ同一であり、並列する縦ゲタの曲げコワサ (EI) および相互の間隔はほぼ等しくなければならない。縦ゲタの間に曲げコワサの異なる主ゲタがあるようなときに、この条を縦ゲタに適用することはさしつかえないが、主ゲタに対して適用することはできない。なお、橋の幅が狭くて、橋面上で T 荷重を横方向に移動させる余裕のない場合に、床版を単純ゲタと仮定して計算した

ほうが、この条の規定によるよりも縦ゲタ上の反力が小さくなって、上に述べた軽減の趣旨に反することがあるが、このような場合でも、この条によって計算するものとする。

床版が連続とは一般に縦ゲタと直角な方向に連続という意味であるが、斜橋等で床版の主鉄筋が縦ゲタと直角でない場合には、主鉄筋の方向に連続という意味になる。

(1) 曲げモーメントに対して

図-22・1



(a) 一般に縦ゲタの曲げモーメントは、床版を単純ゲタと仮定して求めた縦ゲタ上の反力を荷重と考えて計算する。たとえば 図-22・1 において縦ゲタ S を考える場合には、T 荷重を床版上で図のように配置し、反力 R は次のようになる。

$$R = P + \frac{\lambda - 1}{\lambda} \times P$$

この R を荷重と考えて縦ゲタ S の曲げモーメントを求めるのであるが、縦ゲタの間隔が 1 車線の橋の場合に 1.75 m 以下、2 車線以上の橋の場合に 2.75 m 以下である場合には、内側の縦ゲタに対しては R としてこの条に規定する荷重

$$1 \text{ 車線の場合} \quad R = \frac{\lambda}{1.75} \times P$$

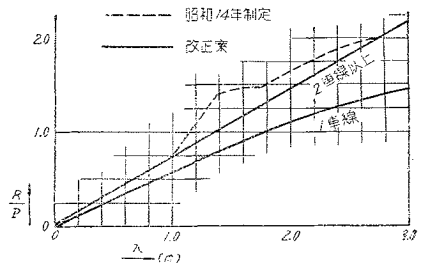
$$2 \text{ 車線以上の場合} \quad R = \frac{\lambda}{1.375} \times P$$

を用いて曲げモーメントを計算する。ここで縦ゲタ間隔 λ は、床版主鉄筋の方向に測つた縦ゲタの中心間隔のことである (17 条参照)。なお、この場合 P としては 1 後輪荷重を用いるのであって、後輪軸荷重または前輪軸荷重のことではない。

縦ゲタの支間が大きい場合、または縦ゲタを連続ゲタと考える場合などで、計算上 2 以上の車両が乗り得ることもあるが、通常 1 車両だけについて考えておけば十分である。また縦ゲタを連続ゲタと考える場合に、前輪荷重の影響と後輪荷重の影響とが異符号の場合には、前輪荷重の影響は安全のため無視するものとする。

以上改正案と昭和 14 年制定示方書との関係を示せば 図-22・2 のようになる。

図-22・2



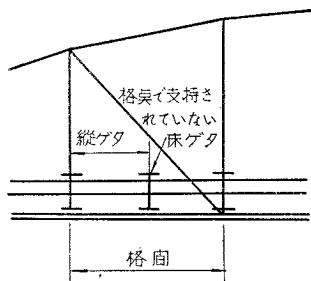
(b) 外側の縦ゲタ（耳ゲタ）については、内側の縦ゲタのように床版の連続性によって縦ゲタの負担荷重を軽減することは理論上不合理があるので、考えないことにする。

(c) 以上のように計算した各縦ゲタの強さの総計は、これらの縦ゲタを支持する主ゲタ間の死荷重および活荷重を支持するに十分なものでなければならない。ここで“主ゲタ”としたのは、図-22・3のように縦ゲタを支持してはいるが格点で支持されていない床ゲタを設けることがあるから、このような床ゲタを除いて、格点で支承されている床ゲタ間について考える意味から“主ゲタ”としたのである。

なお主ゲタを並列する場合には隣接する主ゲタの間にある縦ゲタについてこの項を適用する。

(d) 縦ゲタのせん断力を計算する場合には、床版の連続性による荷重の分散作用は考えないことにし、床版を単純ゲタと仮定して算出した縦ゲタ上の反力を荷重とすることにした。

図-22・3



床ゲタへの自動車輪荷重の分布 23 条

縦ゲタがなく、鉄筋コンクリート連続床版が曲げコワサ同一の床ゲタに直接支持される場合、床ゲタの曲げモーメントおよびせん断力の計算に用いる荷重は次のとおりとする。

(1) 曲げモーメント

床ゲタの曲げモーメントの計算に用いる荷重は次のとおりとする。

$$\frac{\lambda}{1.75} \times P \quad \lambda \leq 1.75$$

λ = 床ゲタの間隔 (m)

P = 自動車の 1 後輪荷重

ただし床ゲタの間隔が 1.75m をこえる場合および端床ゲタについては、床版を単純ゲタと仮定して算出した床ゲタ上の反力とする。

(2) せん断力

床ゲタのせん断力の計算に用いる荷重は、床版を単純ゲタと仮定して算出した床ゲタ上の反力とする。

〔解説〕

縦ゲタがなく鉄筋コンクリート連続床版が曲げコワサ同一の床ゲタに直接支持されるときには、22 条と同じく床版の連続性による荷重の分散作用を考え、床ゲタ間隔が 1.75m 以下の場合に限って床ゲタの負担荷重を減少させることにした。この場合床版が連続とは

床版主鉄筋の方向に連続なことであり、一般には床ゲタに直角方向に連続という意味である。

床ゲタの曲げモーメントは、一般に、床版を単純ゲタと仮定して床ゲタ上の反力を求め、これを荷重と考えて計算する。たとえば 図-23・1 において床ゲタ S を考える場合には、T 荷重を床版上で図のように配置し、反力 R は次のようになる。

$$R = P_1 + \frac{\lambda - 4}{\lambda} \times P_2$$

この R を荷重と考えて床ゲタの曲げモーメントを求めるのであるが、床ゲタの間隔が 1.75 m 以下の場合には、内側の床ゲタに対してはこの条に規定する荷重

$$R = \frac{\lambda}{1.75} \times P_1$$

を用いて曲げモーメントを計算すればよい。P₁ を 1 後輪荷重とすれば、一般に n 車線の橋では 2n 個の R によって床ゲタを設計することになる。

端床ゲタは外側の縦ゲタと同じく荷重を軽減することができない。

せん断力の計算も、縦ゲタの場合と同じく、床版を単純ゲタと仮定して算出した床ゲタ上の反力を用いて計算する。

図-23・1

