

重荷重用格子床版の実験的研究(第4報)

大阪大学工学部 正員 前田幸雄
大阪大学工学部 学生員 松井繁之

1 まえがき

R・C床版の設計に関し、配力筋に対する道路局長通達および床版厚に関する暫定基準案が発表され、これらに従えば死荷重の増大は著しく、軽量化が要求される長大橋に対して非常に経済性が悪くなる。一方、格子床版は同じ条件のもとではR・C床版に比して大中に床版厚を減少でき、橋梁死荷重軽減に寄与できるものと思われる。このコンクリート充填型格子床版は、型枠が不要等多くの利点があり、東名高速道路用京橋の東海道本線跨線部分などに試験施工されている。我々は、これら格子床版に関する一連の実験を重ねてきたが、今回は、上記の通達、暫定基準案に準じて設計した実物大模型のR・C床版および格子床版の静的載荷試験結果の一部を述べ、両者の曲げ特性、耐力力等を比較検討する。

2 供試体と試験方法

鋼道路橋示方書第19条に従って設計し、配力筋は70%としたR・C床版は3種計6体で、コンクリート、鉄筋の種類だけ表-1に示すごとく変化した。主鉄筋は $\phi 13$ mm、10mm間隔の複鉄筋断面であり版厚は16mmの一方版である。格子床版は図-1に示す主部材を20mm間隔に並列した。詳細は図-1と参照。載荷方法は文献^(1,2,3)と同様であるが、今回は載荷板は舗装厚と5mmと仮定し床版の表面まで荷重が分布するものと想定し、300×600mmとした。写真-1参照

3 試験結果と考察

(a)格子床版とR・C床版の比較。最終耐力力および破壊形式は表-2および図-2に示す通りである。耐力力は、格子床版が優れ、R・C床版に比して40%

供試体	コンクリート	鋼 材
R・C床版 RC-1-S	普通 $f_{ck}=264$	$\phi 13$ (SR 24)
RC-2-S	" $f_{ck}=244$	D13 (SD 30)
RC-3-S	軽量 264	$\phi 13$ (SR 24)
RC-1-H	普通 295	" (SR 24)
RC-2-H	軽量 301	D13 (SD 30)
RC-3-H	"	$\phi 13$ (SR 24)
格子床版 SG-1-S	軽量 342	D19 (SD 30)
SG-2-S	"	D16 (SD 30)
SG-1-H	"	D19 (SD 30)
SG-2-H	"	D16 (SD 30)

注 軽量コンクリート：粗骨材はアクリライト；鉄筋：R・C床版は、主鉄筋、配力筋は同じ材料、格子床版は、配力筋だけ。

表-1 供試体詳細

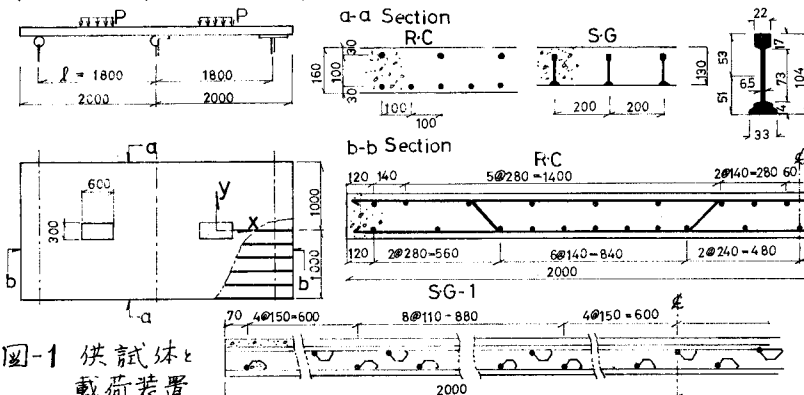


図-1 供試体と載荷装置

供試体	破壊荷重と型式
RC-1-S	$P=45.0^t$ A
RC-2-S	37.5 A
RC-3-S	52.5 A
RC-1-H	60.0 B
RC-2-H	62.5 A
RC-3-H	65.0 A,B
SG-1-S	60.0 B
SG-2-S	67.5 B
SG-1-H	75.0 B
SG-2-H	75.0 B

A:中央支持上の条件の引張
B:載荷板下のせん断破壊
表-2 破壊荷重と型式

(線支承) ~ 20% (H桁支持) も増加し、断面性能の大きい主部材と組み入れたためである。図-2にクラック進展状況を示した。クラック発生荷重は、線支承の場合は、RC床版のほうが小さいが、H桁支持の場合は、ほぼ同じである。一般にRC床版のクラック発生状況は、荷重分配が格子床版より優れるため、格子床版のように径間中央への進展は認められない。しかし、中間支承上のクラック中は図-3に示したごとく、格子床版の2~3倍を示し、この結果中間支承上の断面低下が大きく、図-5に示したごとくタワミ等が格子床版よりも悪い結果となった。

さて板の曲げ特性は一般に、曲げ剛性係数および、ねじり剛性係数によって決まる。曲げ剛性係数 $D = \frac{E}{12} \frac{I}{B_x B_y}$ は小さいほど、ねじり剛性係数 $\alpha = \sqrt{B_x B_y}$ は大きいほど荷重分配作用がよい。本実験における境界条件をもつ床版の解析は非常に困難であり、また一般に有効ねじり剛性Hの算出は不可能である。

我々は、近似的に直交異方性板理論による Guyon-Vissanet の方法により検討したが実験値との一致を見たことより、次のことが言える。RC床版は、Fubenの提唱したごとく、有効ねじり剛性Hは、 $H = \sqrt{B_x B_y}$ としてよい。すなわち $\alpha = 1$ として仮定してよい。

格子床版に対しては、Hは、コンクリート断面のみの曲げ剛性に等しく取ってよい。次に計算結果を示す。計算例では、有効コンクリート高さも、格子床版いは 13cm (全断面有効)、 10cm 、 6.5cm の3種、RC床版

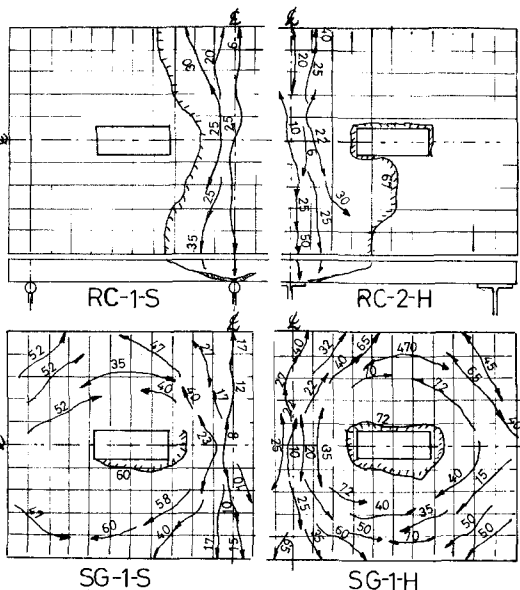


図2 破壊状況図

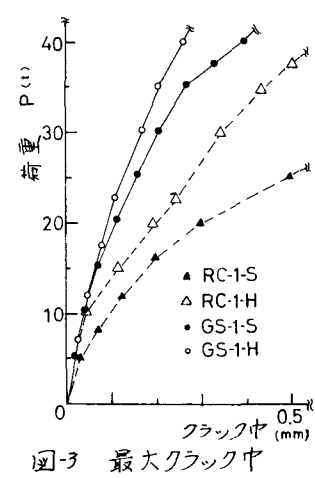


図3 最大クラック中

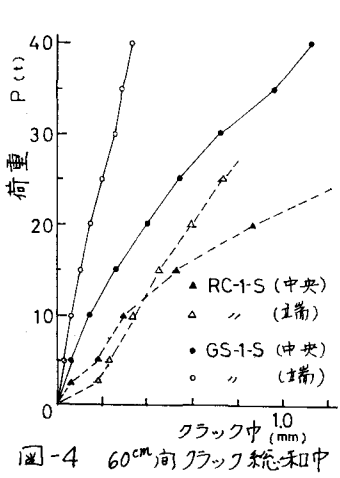


図4 60°向クラック総和中

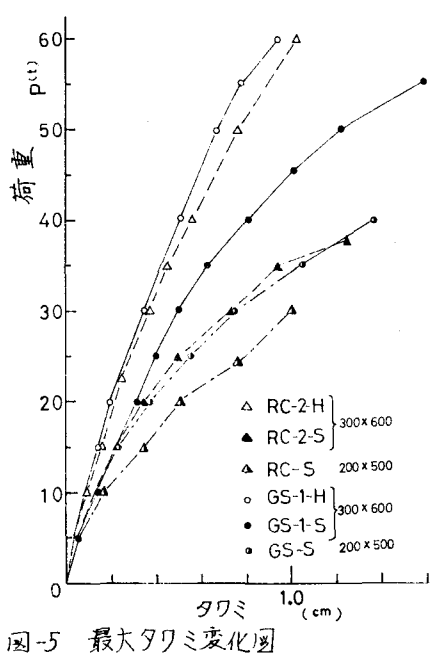


図5 最大タワミ変化図

では、 16cm (全断面有効)、 13cm 、 8cm 、 6cm の4種で、名々の値は、版全中にわたって一定と仮定した。

名々の断面における諸量は表-3に示したが、RC床版のほうが荷重分配がよいことがわかる。表-3の値より荷重分配係数を算出し、タリミ、歪の結果を図-6、図-7に示した。タリミ、歪とも計算値とよい一致を見ている。版端において差があるのは、コンクリートの有効高と版全中にわたって一定としたためである。図-4に、中間支承上 60cm の間のクラック中の総和変化図を示したが、RC床版では、版中央と版端との差があまりなく、一方の格子床版では、著しい差があり、この結果からも荷重分配作用の差異を説明できるようである。

④支持条件の差異による影響。

片桁支持した場合、線支承の場合に比較して耐荷力については、格子床版では約20%、RC床版では40%の増加、最大タリミは全荷重を通じて、格子床版では65%、RC床版では50%、また最大クラック中に關しては、格子床版が70%、RC床版では40~50%の減少を示し、フランジ中の影響は非常に大きい。このフランジ中の影響度は、床版の有効支間を考慮することによって表示できる。図-6のタリミ、図-7の歪に示したごとく実験値と計算値のよい一致を見たことより、床版の有効支間を、主桁絶縁板を越え、フランジ突出中の1/2をさし引いた ($l' = (l - z) \times 1/2$) とすることが出来る。この差は理論的には、タリミについて同荷重の荷重では70%となり、実験結果とは大きく異なるようであるが、片桁支持することより、クラックの進展が速く、コンクリートの有効断面が大きいためである。

しかし、支間が短くになると、表-3に示したごとく、曲げ剛性係数が増加し、荷重分配が悪くなる。このことは実験結果に明瞭に現われている。すなわちRC床版では、線支承の場合の破壊型式は、中間支承上の斜め引張破壊であるが、片桁支持することにより、戦荷板下の punching shear によるせん断破壊を呈するようになる。また格子床版では、図-2に示したご

	コンクリート有効高 (cm)	B_x (cm^2)	B_y (cm^2)	θ^* (線支承)	θ^* (片桁)	α	α^*
G S i	13	4.75	3.31	0.786	0.815	0.750	0.496
	10	3.44	1.81	0.802	0.874	0.542	0.359
	6.5	3.06	1.17	0.869	0.948	0.197	0.130
R C i	16	9.05	8.45	0.695	0.757	1.000	0.622
	13	5.56	4.86	0.706	0.771	1.000	0.622
	8	2.94	2.03	0.742	0.810	1.000	0.622
	6	2.68	1.59	0.760	0.831	1.000	0.622

注 * : 連続版に修正した値

表-3. 曲げ剛性係数・ねじり剛性係数

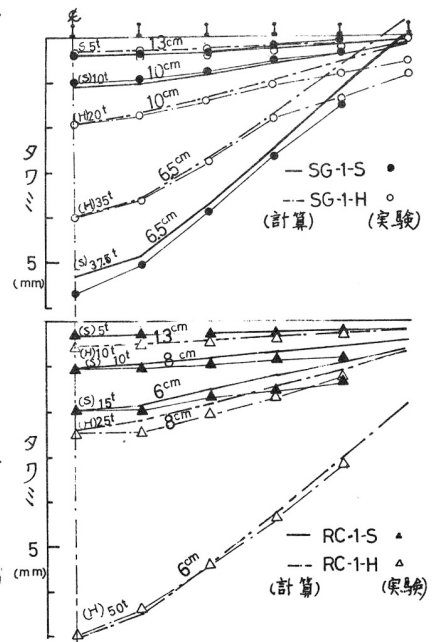


図-6 戦荷横断面のタリミ

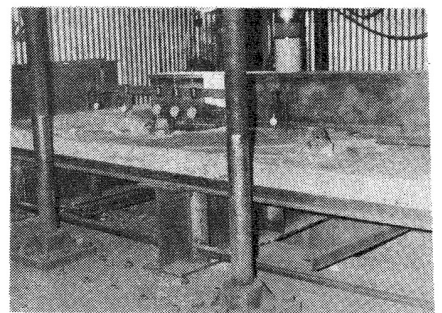


写真-1 RC-Z-H の破壊状況

とく、H桁支持した場合、径間中央へのクラック進展荷重は小さくなり、また径間中央の主部材に生じたクラックは、線支承した場合より内側へと移動した。

(c) 載荷板の大きさの影響

今回の試験では、載荷板の大きさは $300\text{mm} \times 600\text{mm}$ であるが、 $200\text{mm} \times 500\text{mm}$ で行った結果^(1,2,3)と比較してみると、その影響は非常に大きい。耐荷力については格子床版では、線支承、H桁支持の場合とも 20% の増加、R床版では、 15% (線支承) ~ 30% (H桁支持) も増加した。破壊型式も、 200×500 の場合は、載荷板下の Punching shear によるセウ断破壊であり、単位面積当りの荷重度が大きくなったためである。図-5の最大タワミ変化図よりも、格子床版では、 $P_{15\%}$ が $7 \sim 20\%$ 、 30% では $50 \sim 80\%$ と荷重の増大につれて、 300×600 の方が小さくなる。先の Guyon-Massonnet の方法で検討したが、理論的には数%しか相異が表われない。これは 200×500 の場合、載荷板と版端とのクラック進展状況が異なり、荷重分配作用が劣ったためだと思われる。

一般に床版の設計では、床版の中立軸まで荷重が分布するものと仮定しているが、鋪設材料が悪い場合などは非常に危険側となる。

以上、試験結果を要約したが、詳細は講演会当日発表する。

今回の実験を行うに当り、大阪大学工学部卒業生の吉村文達君に負う所が多く、ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 重荷重用格子床版の実験的研究 (第1報)
前田、波田、松井、桑原、硯本 “第22回年次学術講演会概要”
- 2) 重荷重用格子床版の実験的研究 (第2報)
前田、波田、松井、桑原、硯本 “昭和42年度関西支部学術講演会概要”
- 3) 重荷重用格子床版の実験的研究 (第3報)
前田、波田、松井、桑原、硯本 “昭和43年度関西支部学術講演会概要”
- 4) 格子桁の理論と計算
渡辺 昇

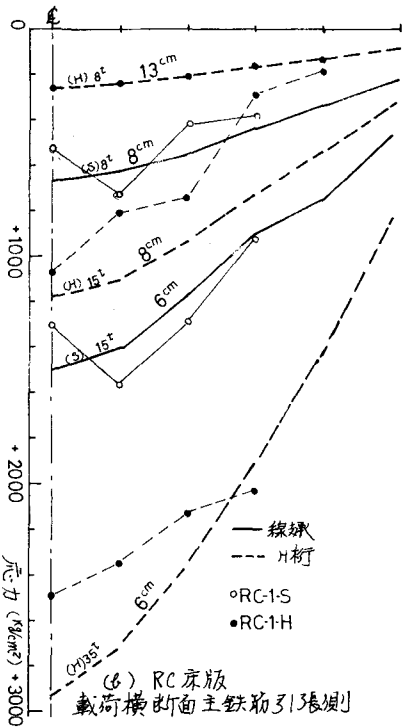
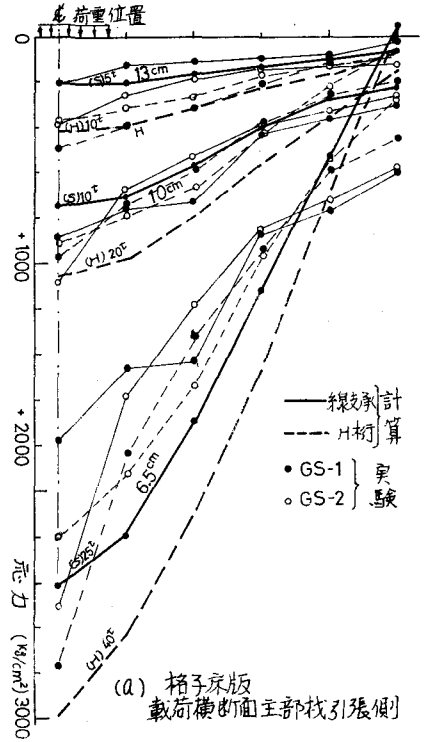


図-7. 鋼材の応力