

輪荷重の接地圧分布による影響について

○大阪工業大学 正会員 谷口 義則

大阪工業大学 正会員 堀川都志雄

1. はじめに 公共事業におけるコスト縮減化、国際競争力の向上等を目指し、これまでの仕様照査型設計から性能照査型設計へと基本概念が転換しつつあり、道路橋示方書は今後も順次改訂が見込まれていると言われている。これにより自由な設計を行うことが可能になる反面、要求性能を満たしていることの立証・確認が必要になる。その確認手法のひとつとして、道路橋床版では輪荷重装置による走行疲労実験が注目されている。定点や多点移動繰返し載荷では実橋の損傷 RC 床版にみられるような格子状のひびわれ網を再現することが困難であるため、高規格の合成床版や PC 床版に対して輪荷重装置による移動載荷試験法が採用されるようになってきた。

日本国内では国土交通省をはじめ数十台の輪荷重装置があり、さかんに研究が行われている。しかし、輪荷重の載荷方法、実験データの計測方法やその分析手法は各機関で異なっているため、道路橋床版の調査研究小委員会では輪荷重実験の成果の統一化を図る作業が精力的に進められている。

本論文では輪荷重装置における輪荷重の接地圧の分布形状に着目し、試験体にどのような影響をもたらすのかを解析的に検討を加える。

2. 接地圧の分布形状 国内にある輪荷重装置はフライホイールの回転運動を直線運動に変換するクランク式（図. 1）と、台車にモーターを搭載しタイヤを介して駆動する自走式（図. 2）の2つのタイプがある。クランク式では主に供試体上面に硬質ゴムの載荷板を敷設して、その上を鉄輪が走行する方法を用いており、図. 3に示すように載荷板の縁端部で接地圧が大きくなると推定される。一方、時速 4km/h 程度の自走式では空気入りタイヤを用いているため、クランク式の鉄輪に比べて柔な構造であり、接地圧は等分布状で作用していると推定される。

3. 走行実験との比較 実験は土木研究所で行われたハーフプレキャスト合成床版の輪荷重走行実験による値を参照した（図. 4）。本床版は、トラス鉄筋を有する薄いプレキャスト PC 床版（PCa 版・厚さ 100mm）を型枠代わりに用い、上側鉄筋を配筋後、場所打ちコンクリートを打設して一体化させる床版である。このモデルに対し、図. 3の接地圧分布をもとに厚板理論による多層板の解析法¹⁾を用いて、供試体に作用する応力を算出した（表. 1）。計算値の出力位置はたわみおよび直応力が載荷点直下で、せん断応力がタイヤもしくは載荷板の縁端部で、それぞれの値が最大値を示す位置である。さらに、下段に実験値との比を示す。なお、 σ_y 、 τ_{xz} の実験値は計測していない。

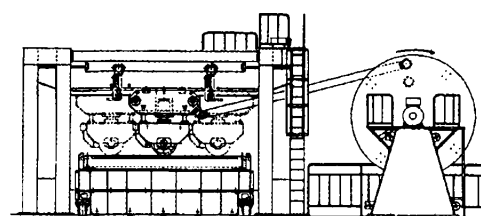


図. 1 クランク式輪荷重装置

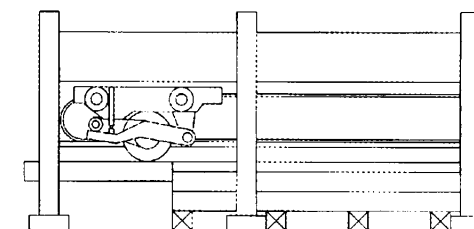


図. 2 自走式輪荷重装置

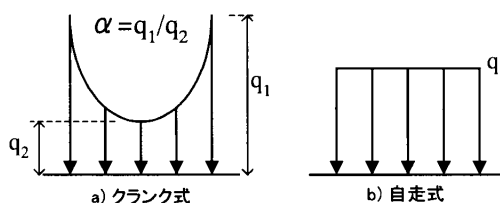


図. 3 接地圧分布

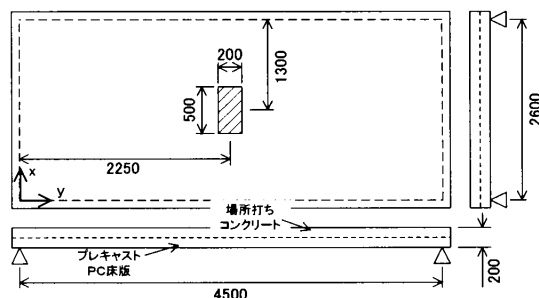


図. 4 実験供試体

表. 1 実験値との比較（98kN 換算）

	実験値	計算値		
		$\alpha=1.00$	$\alpha=0.75$	$\alpha=0.50$
δ_z (mm)	0.51	0.51	0.51	0.51
σ_x (N/mm ²)	3.39	1.01	1.01	1.00
σ_y (N/mm ²)	—	1.16	1.13	1.10
τ_{xz} (N/mm ²)	—	3.60	3.55	3.48
		—	—	—
		-0.5	-0.54	-0.55
		—	—	—

キーワード：輪荷重実験、接地圧分布、ハーフプレキャスト合成床版、アスファルト舗装

連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 TEL 06-6954-4200 FAX 06-9547-2131

接地圧分布は橋軸方向については等分布状とし、クランク式での橋軸直角方向の接地圧分布を2次関数で表している。材料定数を表. 2に示す。

いずれの接地圧分布による計算値の間では大きな差はなく、たわみについては実験値と計算値はほぼ同一である。橋軸直角方向の直応力に関してもその差は少ないことが判る。

4. アスファルト舗装を有する床版に作用する接合面上の応力

コンクリート床版の上面にアスファルト舗装が敷設されたモデルに対して、同様の計算を行った（表. 3, 表. 4）。供試体モデルは、前述の供試体に舗装厚75mmのアスファルト層を設け、床版と完全合成する条件を採用している。アスファルトのヤング係数は夏期を0.2 kN/mm²とし、冬期を2.0 kN/mm²とした。ポアソン比は共に0.4とした。

以下では、たわみおよび直応力はいずれの载荷手法によっても大きな変化がないため省略し、床版と舗装との付着作用に影響を及ぼす接着面に直交する鉛直応力と接着面に平行なせん断応力について議論する。せん断応力の出力位置はタイヤもしくは载荷板の縁端位置での床版と舗装部の接合面上である。本計算での接地圧分布の形状を図. 6に示す。一方、貞升によるタイヤの接地圧分布の実測値は図. 5に示される。²⁾

床版と舗装部の接合面でのせん断応力は接地圧の分布比 $\alpha=1.00$ の0.27N/mm²に対し、 $\alpha=0.50$ では0.32N/mm²と約1.2倍程度大きくなる。冬期の場合では約1.15倍になる。

輪荷重試験において、防水工など舗装下部に介在物を配置する走行実験を行う場合、輪荷重の接地圧分布の状態により実験結果に差異生じることが推測される。

また、接地圧に直接関連して、床版上面に垂直に作用する鉛直応力は、防水工の防水性試験のレベルに関係する。すなわち、防水性機能を損失させる原因にもつながる。

5. まとめ 接地圧分布の違いによるたわみや応力の比較を行ったが、ハーフプレキャスト合成床版を対象とした計算の結果、いずれの接地圧分布においても大きな差は見受けられなかった。一方、アスファルト舗装を考慮したモデルに対する解析では、たわみや直応力に関しては大きな差異は認められなかったが、せん断応力は $\alpha=0.50$ で約18%程度大きくなる傾向が見られ、また鉛直応力では約27%程度の増加であった。

貞升によれば、接地圧は停止時ではほぼ等分布状になっているが、自動車速度の上昇につれてタイヤの縁端部において接地圧が大きくなる傾向を示している。近年100km/h規制で供用される高規格化された高速道路の路線も見られることから、接地圧分布の状態を明らかにすることは急務であると言える。

参考文献

- 1) 谷口 他：ハーフプレキャスト合成床版の応力と断面力について、第二回道路橋床版シンポジウム講演論文集、2000年.10月
- 2) 貞升 文植：自動車走行時におけるタイヤ接地圧、土木技術資料、Vol.11 No.8：昭和44年8月

表. 2 実験床版の材料特性

	ヤング率 ($\times 10^4$ N/mm ²)	ポアソン比
場所打ち部	2.77	0.220
PCa版	3.24	0.177

表. 3 夏期でのたわみと応力

	計算値		
	$\alpha=1.00$	$\alpha=0.75$	$\alpha=0.50$
δ_z (mm)	0.49	0.49	0.49
σ_x (N/mm ²)	3.65	3.59	3.51
σ_y (N/mm ²)	3.17	3.14	3.09
τ_{xz} (N/mm ²)	-0.27	-0.29	-0.32

表. 4 冬期でのたわみと応力

	計算値		
	$\alpha=1.00$	$\alpha=0.75$	$\alpha=0.50$
δ_z (mm)	0.43	0.43	0.43
σ_x (N/mm ²)	3.32	3.27	3.19
σ_y (N/mm ²)	2.90	2.87	2.83
τ_{xz} (N/mm ²)	-0.31	-0.32	-0.35

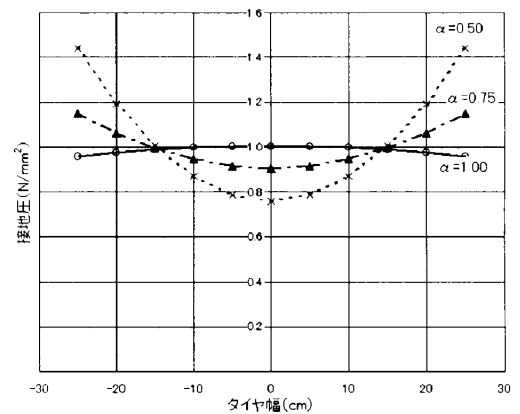


図. 5 本解析での接地圧分布

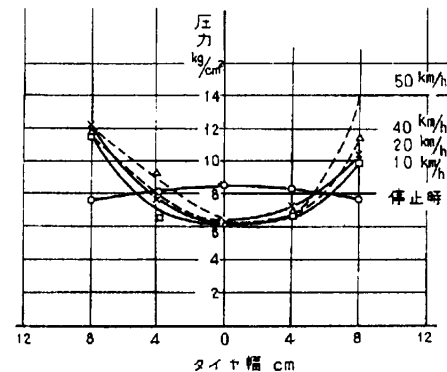


図. 6 貞升による接地圧分布