

複層型プレキャスト舗装の構造設計法

大林道路(株) 正会員 光谷修平 ○横山昂洋 松下陽哉
石川工業高等専門学校 正会員 西澤辰男

1. はじめに

複層型プレキャストコンクリート舗装（以下、MPCP と称す）は、プレキャストコンクリート版（以下、Con 版と称す）を2層構造とし、上下千鳥に組み合わせることで、下層の Con 版（以下、下層 Con 版と称す）4枚を上層の Con 版（以下、上層 Con 版と称す）1枚の4か所の継ぎ手(以下、ピンと称す)で結合する新たな形態のコンクリート舗装である。本稿は、MPCP の特徴に留意した構造設計法の検討結果を記すものである。

2. 目的

MPCP は、①車両等の供用に必要な支持力を下層 Con 版以下で満足させることで、上層 Con 版は機能層として活用でき、部分的に異なる機能・構造とすることが容易となる、②プレキャスト化することでより舗装体としての品質が安定する、③現場作業に舗装用重機や舗装技能者を要さない、④天候に左右され難く工程が短縮される、といった利点が期待できる新しい舗装構造である。そこで、MPCP の構造設計に対応することを目的とする3次元有限要素法（3DFEM）プログラム‘Pave3D’を用いる理論解析に基づいた構造設計法を開発した。

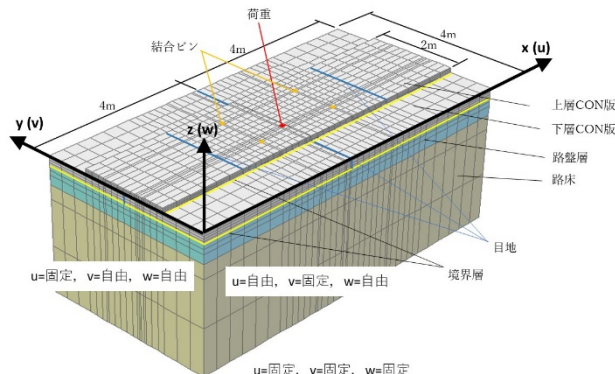


図-1 舗装構成モデル

3. 構造設計法

3.1 舗装構成モデルの特徴

MPCP の舗装構造は、下記に示す事項に留意してモデル化した。作成した舗装構成モデルを図-1 に示す。

- ① 上層 Con 版、下層 Con 版とも面的な4方向の広がり是个々の版のサイズによる有限要素とし、それぞれの端部は隣接版との目地となる自由境界とする。
- ② 輪荷重は上層 Con 版の上面に作用し、上層 Con 版の下面から下層 Con 版の上面へと伝播する。
- ③ 上層 Con 版と下層 Con 版の間には、境界面があり水平方向にすべる状態として扱う。
- ④ その境界面にはピン要素が挿入されており、水平方向にかかる応力はピン要素が受け持つ。
- ⑤ 下層 Con 版と路盤層の間には、境界面があり水平方向にすべる状態として扱う。
- ⑥ 路盤層、路床は端部拘束されており、端部に平行な面の変位は可能であるが、それ以外は固定とする。
- ⑦ 路床の下面は完全固定とする。

3.2 設計方法

舗装構造の設計は、下記のごとく想定したモデルの Con 版に発生する最大曲げ応力、ピン要素に発生する最大せん断応力を‘Pave3D’を用いて解析し、別途設定した基準値に照らして適否を判断するものとした。

- ① 上層 Con 版の隅角部、縁部へ単点の 5tf の荷重を載荷し版内に発生する最大曲げ応力を確認する。
- ② 上層 Con 版に軸重 10tf の大型車両を想定した 6 点載荷を Con 版内に発生する最大曲げ応力を確認する。
- ③ ピン部材に発生する最大せん断応力を確認する。

キーワード FEM, プレキャストコンクリート舗装, 構造設計

連絡先 〒204-0011 東京都清瀬市下清戸 4-640 大林道路(株) 技術研究所 TEL 042-495-6800

4. 設計結果（例）

舗装構成は、上層 Con 版厚さ 10 cm，下層 Con 版厚さ 20 cm，路盤は粒状路盤 25 cm，路床は CBR3% の材料で構築する。ピンのサイズは直径 5 cm，長さ 5 cm とし Con 版 1 枚あたりに 4 本設置する。各層の材料定数は表-1 に示すとおりである。載荷位置の設定を図-2 に示す。

単点載荷の場合、No.1 から No.9 の各点に 1 点ずつ輪荷重 49 k N（接地圧 0.54MPa）相当が載荷された状態を想定し、6 点載荷場合は上層 Con 版目地近傍に載荷するケースや目地を挟むケースの 3 パターンを想定し、発生する応力に大きく影響を与える条件を選定した。

Con 版の曲げ応力の基準値は、設計曲げ強度を 4.4MPa とした場合、安全率を 2 以上確保することとし 2.2MPa とした。

ピンのせん断応力の基準値は、T25 の後輪荷重 196kN が摩擦係数 0.8 のタイヤで与える制動荷重を、ピンが 39.2kN/本で分担するとして、ピンの断面積が 1962.5mm²，上下 Con 版間の摩擦を考慮しないことで安全率を 1 とし

$$\tau = 39.2 \times 10^3 \div 1962.5 \times 1 \approx 20 \text{ MPa}$$
 とした。

解析結果を表-2 に示す。単点載荷および 6 点載荷ともに、載荷位置が下層 Con 版の目地上にあるケース(No.4, No.6, Case1)が曲げ応力，せん断応力ともに最大となる傾向にあった。これに対して，RC 版内に発生する最大曲げ応力は 2.2MPa 以下、最大せん断応力についても 20.0MPa 以下であり、基準値を満足していることから構造的には問題無いと判断できる。

また、舗装構造モデルは軸対称となっており、単点載荷の場合、対称箇所が発生する最大曲げ応力および最大せん断応力は同様の値を示していることから、モデルの整合性についても問題がないと考える。

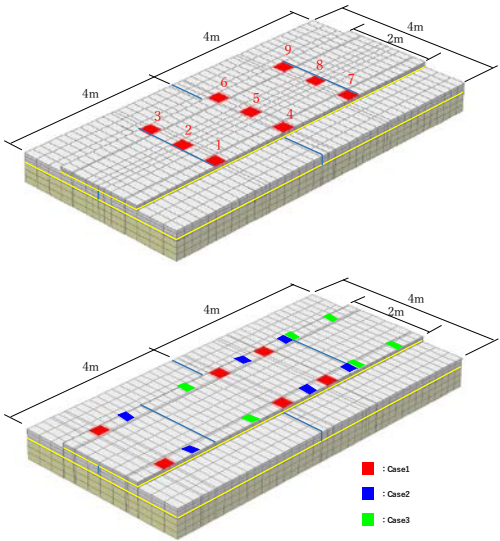
5. おわりに

MPCP の特徴に留意した構造設計を確立することを目的に上下層の Con 版に発生する最大曲げ応力，ピン部材に発生する最大せん断応力を 3 次元有限要素法（3DFEM）プログラム‘Pave3D’で解析する方法を検討した。なお、今回考案した方法の妥当性は実験で確認しており，その結果は別途報告する予定である。

【参考文献】 1) 西澤辰男：3 次元 FEM に基づいたコンクリート舗装構造解析パッケージの開発，土木学会舗装工学論文集，第 5 巻，pp.112-121，2000.12.

表－1 計算に設定した材料定数

項目			値
上層版	コンクリート版の弾性係数	(MPa)	28,000
上層版	コンクリート版のポアソン比		0.2
下層版	コンクリート版の弾性係数	(MPa)	28,000
下層版	コンクリート版のポアソン比		0.2
境界面のばね係数			(MN/m ³) 1,000,000
路盤の弾性係数			(MPa) 250
路盤のポアソン比			0.35
路床の弾性係数			(MPa) 30
路床のポアソン比			0.4
ピンの弾性係数			(MPa) 210,000
ピンのポアソン比			0.3



図－2 載荷荷重位置

表-2 曲げ応力とせん断応力のまとめ

載荷ケース		最大曲げ応力 (MPa)	基準値 (MPa)	最大せん断応力 (MPa)	基準値 (MPa)
単点載荷	No. 1	1.40	2.2以下	0.04	20.0以下
	No. 2	1.39		0.03	
	No. 3	1.40		0.04	
	No. 4	1.97		0.08	
	No. 5	1.80		0.07	
	No. 6	1.97		0.08	
	No. 7	1.15		0.04	
	No. 8	1.34		0.03	
	No. 9	1.15		0.04	
6点載荷	Case1	1.91	2.2以下	0.10	20.0以下
	Case2	1.21		0.10	
	Case3	1.10		0.09	