

路面下空洞を有するコンクリート舗装の構造性能に関する解析的検討

太平洋セメント(株) 正会員 ○岸良 竜 正会員 石田 征男
北海道科学大学 正会員 亀山 修一
大成ロテック(株) 正会員 中塚 将志

1. はじめに

道路に埋設された上下水道管などの破損や、それら埋め戻し材の転圧不足、あるいは液状化などにより路面下に空洞が発生する。路面下に発生した空洞の調査は主に電磁波レーダにより行われ、空洞の大きさや発生深度によって補修の要否が判定されているが、空洞の存在が舗装の支持力に及ぼす影響については明らかとなっていない。この点を定量的に評価できれば、より効率的な維持管理が可能となる。

本報告では、コンクリート舗装の路面下に生じた空洞が舗装の支持力や耐用年数に及ぼす影響について、3次元有限要素法(3DFEM)を用いて、解析的に検討を行った結果を報告する。

2. 解析条件

解析には、3次元有限要素法(3DFEM)に基づいた構造解析プログラム(Pave3D¹⁾)を使用した。図1に解析モデルを示す。対象は、延長5.0m、幅員3.5mの普通コンクリート舗装とした。舗装構造は、交通量区分N₆、CBR8%を想定し、コンクリート版厚28cm、アスファルト中間層4cm、粒度調整碎石15cmとした。解析に用いた各層の物性値は表1の通りである。輪荷重は単軸上の単輪とし、接地面積190×310mmを有するタイヤを120mm間隔で並列に配置したダブルタイヤとした。作用位置は、車輪の走行位置を想定し、左側タイヤ中心位置を縦自由縁部から15cm、45cm、75cmおよび105cmとした。

表2に解析水準を示す。空洞は路盤の粒度調整碎石層に存在すると仮定した。空洞の平面状の大きさは、1×1mおよび2×2mの2水準とした。空洞の路盤での鉛直方向の位置は、図2に示すように路盤上部および路盤下部の2水準とした。なお、空洞の厚さは7.5cmで一定とした。

また、解析結果を用いて、理論的設計方法により耐用年数を算出した。設計条件は、舗装設計便覧に

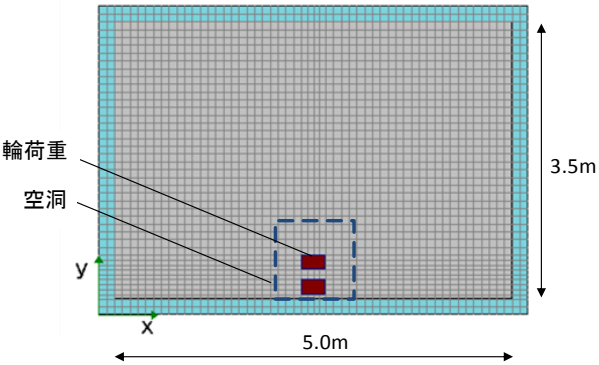


図1 解析モデル

表1 各層の物性値

項目	弾性係数(MPa)	ポアソン比
コンクリート	30,000	0.20
アスファルト中間層	4,900	0.35
粒度調整碎石	490	0.35
路床	80	0.35

表2 解析水準

空洞の有無	空洞の鉛直位置	空洞の平面上的大きさ	空洞の厚さ
無し	-	-	-
有り	路盤上部	1×1m	7.5cm
		2×2m	
	路盤下部	1×1m	

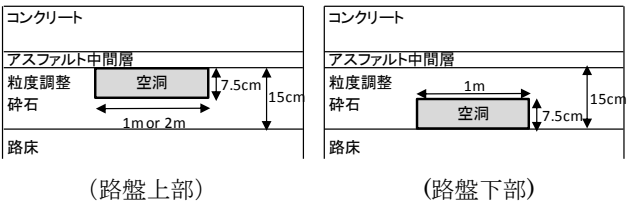


図2 路盤における空洞の鉛直位置

示されている構造設計例²⁾を参考に設定した。すなわち、舗装の設計期間は20年とし、舗装計画交通量は1,000以上3,000未満(台/日・方向)、コンクリート版のひび割れ度10cm/m²、信頼度は90%である。コンクリートの設計基準曲げ強度は4.4MPaとした。

3. 算定結果

図3に、輪荷重49kNが作用した時の、縦自由縁

キーワード コンクリート舗装, 空洞, 疲労度, たわみ, 3DFEM

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント(株) 中央研究所 TEL043-498-3852

部のコンクリート版下面に生じる輪荷重応力を示す。輪荷重応力は走行位置が縦自由縁部に近いほど大きく、また、いずれの走行位置においても、空洞無しの場合と比較して、空洞有りの場合の輪荷重応力が大きくなった。図4に、各走行位置における空洞無しの輪荷重応力に対する、空洞有りの輪荷重応力の比を示す。空洞無しの場合と比較して、空洞の平面上の大きさが1×1mの場合は輪荷重応力が1.05～1.07倍に、2×2mの場合は1.11～1.27倍となった。今回の解析条件では、空洞の鉛直位置の影響はほとんどみられないが、平面的な大きさが大きく影響していた。

表3に疲労度および耐用年数の算出結果を示す。空洞の大きさが1×1mの場合、空洞無しの場合と比較して疲労度が約1.3倍になり、耐用年数は約2割低下した。空洞の大きさが2×2mの場合は、耐用年数は約4割低下した。このように、路面下に生じた空洞がコンクリート舗装の耐用年数に影響を及ぼす可能性があることが明らかとなった。

図5に輪荷重の作用位置を15cmとし、輪荷重を98kNとしたときの、コンクリート版路面のたわみを示す。空洞の存在により、コンクリート路面のたわみが若干大きくなった。空洞無しの場合と比較して、空洞の大きさが1×1mの場合約0.02mm、空洞の大きさが2×2mの場合約0.09mm大きくなった。

今後、実際に空洞が生じたコンクリート舗装について実験的な検討を行い、解析結果について検証していくとともに、FWDを用いた診断方法の可能性について検討を行う予定としている。

4. まとめ

コンクリート舗装の路面下に生じた空洞が舗装の支持力や耐用年数に及ぼす影響について解析的に検討を行った。その結果、空洞の存在によりコンクリート版下面に生じる輪荷重応力が増大し、耐用年数が低下する可能性があることが明らかとなった。今後、路面下に空洞が生じたコンクリート舗装を模擬した試験フィールドを構築し、路面下空洞が舗装の支持力に及ぼす影響について実証実験を行う予定としている。

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.201-215,2000

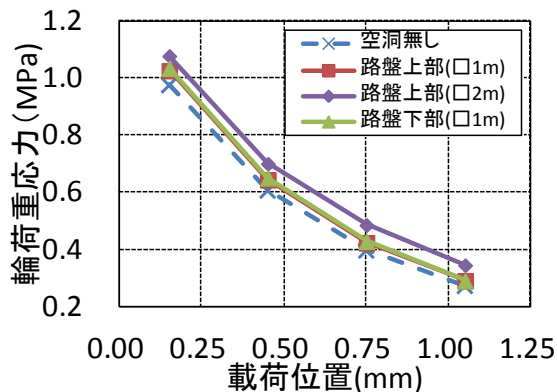


図3 縦自由縁部の応力(輪荷重 49kN)

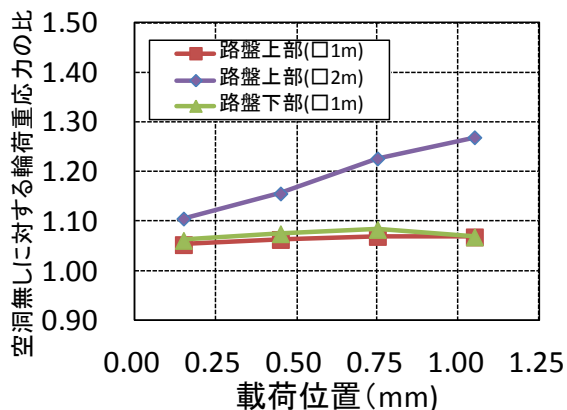


図4 空洞無しに対する応力の比

表3 疲労度および耐用年数

空洞の鉛直位置	空洞の平面上の大きさ	疲労度	耐用年数
空洞無し	-	0.272	74
空洞上部	1×1m	0.344	58
	2×2m	0.358	44
空洞下部	1×1m	0.459	56

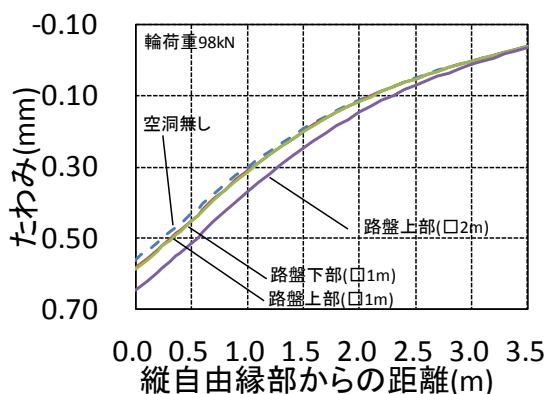


図5 コンクリート版路面のたわみ

2) 日本道路協会:舗装設計便覧,pp182-193,2006