高強度繊維補強コンクリートを用いた超薄層ホワイトトッピングの粘弾性的挙動

- 石川工業高等専門学校 正会員 西澤辰男 太平洋セメント(株) 正会員 小幡浩之 (独)土木研究所 正会員 佐々木厳
 - 首都大学東京 正会員 國府勝郎

まえがき

高強度繊維補強コンクリート¹⁾を用いた超薄層ホワイトトッピング(High Strength Concrete-Whitetopping: HSC-WT)は、厚さわずか 30mm の高強度繊維補強コンクリートパネルをアスファルト舗装の上に敷いた構造を 持つ.このような舗装構造の力学的挙動について、走行載荷試験および動的 3 次元有限要素法によって調べた. 走行載荷試験

土木研究所の線形走行路載荷試験装置に、図-1 に示すような HSC-WT の試験舗装を建設し、5tf 輪荷重を20万回走行させた. HSC パネルの寸法 は 1m×1.7m×30mm であり、アスファルト舗装 との間はグラウトした. 各 Section の構造の違い は、目地の補強とグラウトの種類である、目地の 補強としては,幅 400mm,長さ 1700mm の鉄製 あるいは HSC 製の板をパネルの下に目地を挟ん で接着した.HSC パネル下面にひずみゲージを設 置し、定期的に車輪荷重による動ひずみを計測し た. さらに, 輪荷重の走行に伴うパネルのひび割 れ状況, 打音によるパネルとグラウトの接着状況 を調べた. その結果, 以下の事柄が判明した. (1) パネルのひずみ挙動にはアスファルト層の粘弾 性効果が現れている, (2)10 万回ごろより, Section D において目地周辺から円弧状にひび割れが生 じた、(3)実験早期から目地周辺よりはがれが生 じていた.



図-1 走行試験路の試験舗装

3DFEM 解析

HSC-WT の構造解析を行うために、本研究では、3 次元有限要素プログラム Pave3D²⁾を基本としたモデルを開発した.ホワイトトッピング構造においては、アスファルト層の構造寄与分、特にその粘弾性効果を考慮する必要がある.本研究においてはアスファルト層の材料モデルとして Burger モデルを採用した.表-1 に示す材料パラメータを設定して計算を行った.アスファルト層の粘弾性パラメータについては表-2のような3種類を仮定した.計算ひずみと実測ひずみを比較することにより、粘弾性パラメータの値を決定することにした.HSCパネルとグラウトとの接着は境界面要素でモデル化した.その際、水平方向のばね定数を小さくし、鉛直方向のばね定数を大きくした.これによって水平方向にはすべりが生ずることになる.

構造要素	弾性係	ポアソ	単位体積重
	数(MPa)	ン比	量 (kN/m3)
HSC パネル	50000	0.2	2.4
目地補強版(HSC)	50000	0.2	2.4
目地補強版(Steel)	210000	0.3	5.0
エポキシグラウト層	5000	0.2	2.3
セメントグラウト層	1000	0.2	2.3
粒状路盤層	300	0.35	1.8
路床層	30	0.35	1.6

表-1 構造要素の材料パラメータ

表-2 アスファルト層の粘弾性パラメータ

粘弾性パラメータ	材料0	材料1	材料2
E [MPa]	3500	7000	7000
η_G [MPa*sec]		10 ⁵	10 ⁴
E_1 [MPa]		7000	7000
η_{G1} [MPa*sec]		10 ⁵	10 ⁴
η_{K}, η_{K1} [MPa*sec]		10^{8}	10 ⁸

 $E: 弾性係数, \eta: 粘性係数, G: せん断成分, K: 体積成分,$ 添え字無し: Maxwell 要素, 添え字 1: Voigt 要素

解析結果

図-3 は Section A および B のパネル 中央部のひずみ経時変化を示し, Pave3D による計算結果と実測結果を 比較している. 材料1を用いた弾性解 析(A0, B0)では,実測における車輪 が通り過ぎた後のひずみの緩やかな 減少を表現できないが,材料2を用い た粘弾性解析(A2, B2) はそのような ひずみの経時変化を表現している.

次に,HSC パネル内の応力の経時 変化をみたものが図-4 である.パネル 中央における下面側の応力(曲げ応 力)である.弾性解析では,前軸と後 軸の応力は同じであるが,粘弾性解析 では,タンデム軸の前軸よりも後軸が 作用したときの応力のほうが大きい. 応力の最大値は,目地の補強がない Section D が最大で,目地を鉄板で補強 した Section B が最小となる.

グラウトと HSC パネルの界面にお ける鉛直応力をみたものが,図-5 であ る.粘弾性解析では,目地縁部におい て,車輪が通過した後に大きな引張応 力が発生している.これはパネルの変 形がすぐに回復するのに対し,アスフ ァルト層の回復が遅れるためである.

走行試験における目地付近からパ ネルとグラウトの隙間考慮し、計算 モデルとして目地の両側 200mm ま でのパネルとグラウトの接着をなく し、グラウトによる支持を弱くした 場合の応力を図-6 に示す. 目地に隙 間がある場合,目地縁部(図中1)の v 方向の応力は 12MPa と非常に大き なものになる.また,隙間がある目 地から 200mm の位置(図中 2)におい ては x 方向の圧縮応力も比較的大き くなる.パネル下面で圧縮であれば パネル表面で引張ということであり, この場合には表面でやや大きな引張 応力が生じていることを意味してい る. 走行試験においても目地付近で



横断ひび割れが見られたが、この引張応力が原因と考えられる. まとめ

HSC-WT の力学的挙動において、アスファルト層の粘弾性効果、パネルとグラウト層との隙間が大きな影響を 持つことが判明した.そのような隙間の発生原因としてグラウトと HSC パネルの間の引張応力が考えられる. 参考文献:1)下山善秀、鵜澤正美、谷村充、高強度コンクリート技術、太平洋セメント研究報告、第140号、2001;2)西澤辰男、村 田芳樹、國府勝郎、交通荷重に対する薄層ホワイトトッピング構造の動的挙動、土木学会論文集、No.725/V-5,2003.