

ポリマーセメントモルタルを用いた床版上面増厚工法の研究

(一財)首都高速道路技術センター 正会員 ○青木 聡
 首都高速道路株式会社 正会員 蔵治賢太郎
 首都高速道路株式会社 森田 明男

1. はじめに

建設後 40～50 年を経過するコンクリート床版は、幾度もの舗装打ち換えによって上面のかぶりコンクリートが切削され、雨水や凍結防止剤といった劣化因子が鉄筋に到達しやすくなっていることから、疲労耐久性の低下が懸念される。そこで床版の増し厚材料を兼ねた舗装の基層材として、有害なひび割れや層間剥離が生じず、付着性、曲げじん性、速硬性、舗装基層としての平たん性を有する材料とその施工法の確立を目指した。

その結果、超速硬ポリマーセメントモルタル（以下、PCM）舗装を開発したのでここに報告する。

2. 使用材料の開発

鋼床版の上面増厚工法として採用されている SFRC は通常移動式プラントから供給される。1 車線の交通規制帯の中では移動式プラントへの材料供給ができないことから、材料を積んだ移動式プラントを相応数回送させることで対応している。しかし、移動式プラントの需要が高まり必要台数の確保が困難になってきたことから、移動式プラントを使わず乾式吹付工法を応用して材料を製造する施工技術の開発を目指した。乾式吹付工法は圧搾空気を利用して液体（水+エマルジョン）とセメント粉体などそれ以外の材料を別々にノズル先端まで空気圧送し、そこで一気に攪拌混合する。圧送時にホース内などで閉塞が生じないように紛体には粒径 5mm の珪砂を加え、限られた車線規制時間内で施工を完了させるため超速硬型とした。また床版との接着力を高めるために既設床版との接合面は全面接着剤を塗布することにした。しかし、高弾性の材料で鋼床版のひずみ量を抑制する SFRC 舗装とは異なり、通行車両による既設床版の曲げ変形により増し厚部との層間に大きな応力が発生するのを回避するため、増し厚部が既設床版よりも低弾性となるようエマルジョンを加え、さらに適度なエアの巻き込みを期待して L=6mm の集束ビニロン繊維をプレミックス混合した。ひび割れが生じた場合に備えて、鋼繊維(L=30mm)をノズル付近で混合した。PCM 舗装の構成を図 1 に示す。

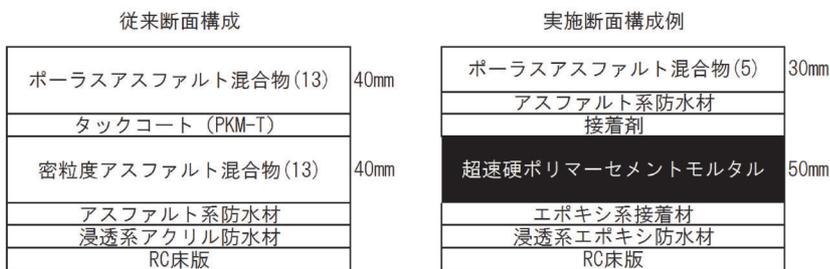


図 1 PCM 舗装構成図

3. 施工機械の開発

PCM を舗装材料として打設するには、高速で空気圧送されてきたセメント混合物を飛散させないようにして舗装することが必要である。それには、高速で運ばれてきた混合物を減速させながら空気を抜く機構が必要と考え、減速装置を開発した(写真 1)。この減速装置に噴射ノズルを接続することで、中に吹き込まれたセメント混合物が装置内で内壁に沿うように回転しながら摩擦抵抗で徐々に減速し、圧送に寄与した空気は中心から抜ける仕組みになっている。この装置により PCM の安定的供給が可能となった。

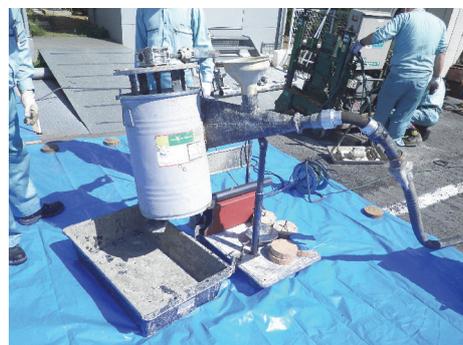


写真 1 減速装置

また PCM 舗装はエマルジョンを多く含むため、従来のスクリードで敷均した場合、PCM の表面が引張られ、筋が発生する傾向がある。そこで円筒形のスクリードにバイブレータを取り付けて平たんな舗装面を形成した。

キーワード 床版, ポリマーセメントモルタル, PCM, 床版補強, 疲労耐久性
 連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 (一財)首都高速道路技術センター TEL:03-3578-5751

4. 疲労耐久性確認試験(輪荷重走行試験)

PCM 舗装の破壊形態や疲労耐久性を確認するために輪荷重走行試験を実施した。輪荷重走行試験に使用するRC床版は、昭和39年制定の鋼道路橋設計示方書に準じて製作し、設計基準強度27N/mm²、スランプは8cmとした。床版厚は190mmとし、損傷を模擬して上面かぶりを20mm切削した後、上面にPCM舗装を50mm舗装した。

5. 試験結果

輪荷重走行試験の荷重ステップを図2に示す。荷重方法は、既往の試験結果¹⁾と比較するため、段階的に荷重を増加させる階段状荷重とした。試験体は乾燥状態とし、疲労押抜きせん断破壊するまで試験を行った。破壊状況としては、試験体下面のひび割れが荷重荷重の増加に伴い進展し、亀甲状のひび割れが発生した後、ひび割れ幅が大きくなり、角欠けが生じるようになった。輪荷重の走行に伴う床版下面のひび割れ段差は353kNの荷重から見られるようになった。372kN荷重時では、床版下面にせん断ひび割れの進展に伴うコンクリートの浮きが部分的に確認されたが、この時点でも床版上面の車輪幅の外側にひび割れの発生は見られず、梁状化は確認されなかった。試験体の破壊状態を確認するため、引き続き階段荷重を継続し、392kNの2000回で床版の疲労押抜きせん断破壊に至った。PCM舗装は最終破壊に至るまで既設床版と層間剥離せず、優れた接着性を有することを確認した。

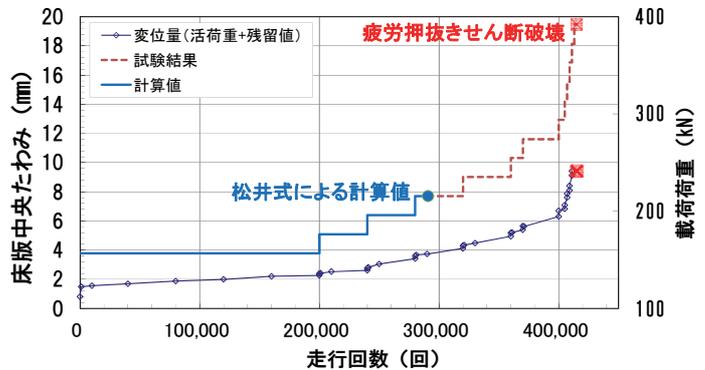


図2 輪荷重走行回数

6. PCM舗装の疲労耐久性評価

本試験は階段状荷重で実施しているため、荷重ステップ毎の157kNに換算して疲労耐久性を評価した。本試験のS-N図を図3に示す。本試験体と同厚のRC床版の破壊回数を松井式より求めると、2,741,185回となる。

一方、本試験体の157kN換算の等価繰返し回数は、538,251,130回となることから、疲労耐久性は約200倍に向上している結果となった。これは、PCM舗装材に鋼繊維を混入した効果や低弾性材料の採用によるひび割れ抵抗性改善の効果などが影響しているものと推測される。

1.0

0.1

0.1

1.0E+04

1.0E+05

1.0E+06

1.0E+07

1.0E+08

1.0E+09

1.0E+10

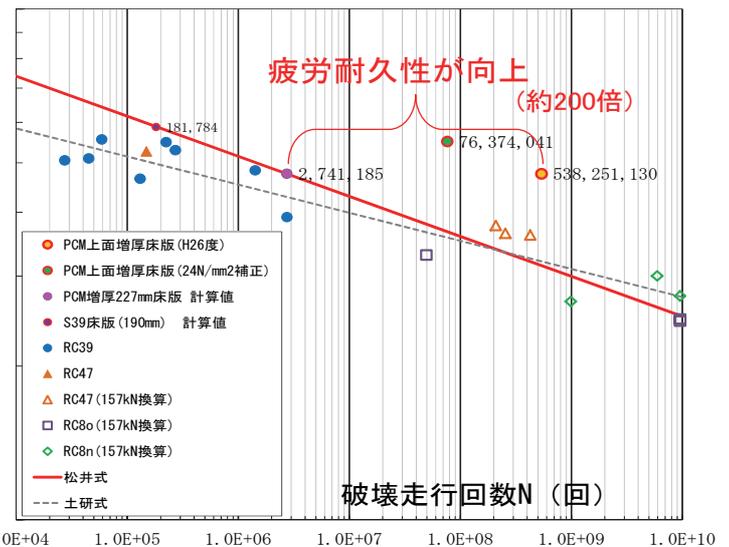


図3 S-N図

7. まとめ

本研究では、PCM舗装の材料とその施工法を開発し、既設床版との付着性と追従性に優れる材料と、その材料を安定的に供給する施工機械を開発した。またPCM舗装により床版の上面を増厚すると床版の疲労耐久性が大きく改善されることを輪荷重走行試験で確認した。今後はPCM舗装材料の完全プレミックス化を目指し、ノズル付近で混合していた長さ30mmの鋼繊維をプレミックスして空気圧送可能かどうかの検討や鋼繊維を同程度の長さのビニロン繊維に置き換えた場合に、既設床版の疲労耐久性改善効果について、道示の階段状荷重による耐力照査(輪荷重載荷試験)で検証を行う。また実橋にて施工性の確認検証試験などを順次進めていく。

PCM舗装の材料および施工法の開発にあたっては住友大阪セメント(株)、(株)NIPPONに多大な協力をいただいた、ここに謝意を表する。

参考文献

1) 中谷昌一ほか:「道路橋床版の疲労耐久性に関する試験」 国総研資料第28号, 2002.3