

橋梁床版上への適用を考慮した騒音低減型ハイブリッドコンクリート舗装の開発

鹿島道路 (株) 正会員 ○横田 慎也, 田口 翔大, 鎌田 修
住友大阪セメント (株) 正会員 遠藤 大樹, 安久 憲一
阪神高速技術 (株) 正会員 久利 良夫

1. はじめに

橋梁床版の耐久性を向上させる補強対策工法の一つに、床版上面増厚工法がある。この工法は、既設コンクリート床版上に鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）を打設し床版と一体化させ、剛性を向上させるものである。また近年、SFRC は鋼床版の疲労耐久性を高めるためにも使用されてきている。SFRC を床版上の舗装として用いるときには、舗装の表基層にあたる全層を SFRC とする場合と、基層を SFRC、表層をアスファルト舗装とする場合とがある。床版剛性の向上は、全層を SFRC とする方が高いが、乗り心地や舗装体内での排水や騒音低減などの機能性は期待できない。舗装に機能性を持たせるには、表層をポーラスコンクリートとすることも考えられるが、コンクリート版を 2 層で施工することとなり、工費・工程ともに課題が生じる。筆者らは、床版剛性、舗装の機能性、舗装の耐久性の向上を目指し、全層をコンクリート舗装とするが、1 層の舗設で、表面部は排水性と騒音低減性、表面部以下は剛性と水密性を有する騒音低減型ハイブリッドコンクリート（以下、ハイブリッド Con）の研究を実施している。本論文では、これらの研究成果の一部として、室内試験結果ならびに、試験施工において施工性を評価した結果について述べる。

2. ハイブリッド Con の概要

ハイブリッド Con は、図-1 に示すように粗骨材で構造体の骨格を形成し、内部の空隙をモルタルが充填する構造となっている。モルタルには特殊混和材を添加してチクソトロピー性を付与させており、舗設時の振動締め固め時にはモルタルの粘性が低下し表面部分の余剰モルタルが下部に沈降する。そして、締め固め後はモルタルの粘性が大きくなり過度のモルタル沈降を防ぐことが可能となる。その結果、表面部が粗面、表面部以下が密実なハイブリッド Con が構築される。表-1 にハイブリッド Con の使用材料の一例を示す。

セメントには、補修工事への対応を考慮して超早強セメントを使用している。また、床版上への適用を考慮し、コンクリートにじん性を付与するため繊維を混入する。ハイブリッド Con の配合例を表-2 に示す。当該配合は、一般的な車道用ポーラスコンクリートに近い配合となっているが、モルタル量が 2 割程度多く、その余剰モルタル分が振動締め固め時に沈降し下部に密実な層を形成する機構となっている¹⁾。

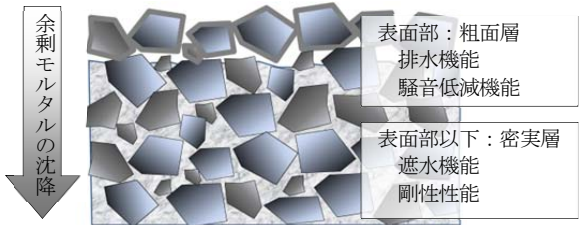


図-1 ハイブリッド Con 模式図

表-1 ハイブリッド Con の使用材料の一例

名称	記号	内容
水	W	地下水
セメント	C	超早強セメント 密度 3.11g/cm ³
混和材	P	粉体型チクソトロピー性特殊混和材
砂	S	混合砂 表乾密度 2.62g/cm ³
碎石	G	6 号碎石 表乾密度 2.65g/cm ³
繊維	Fi	アラミド繊維 繊維長 30mm 密度 1.39 g/cm ³
混和剤	Ad	液体型特殊減水剤

表-2 ハイブリッド Con の配合例

W/C(%)		Vm/Vg(%)		Vs/Vm(%)		空隙率(%)	
27.5		55.9		20.3		11.0	
単位量 (kg/m ³)						Ad (C×%)	
W	C	P	S	G	Fi		
110	402	16	169	1504	7.0	2.3	

Vm/Vg：モルタル粗骨材容積比,Vs/Vm：細骨材モルタル容積比

3. 室内試験結果

3-1. ハイブリッド Con の物性値

ハイブリッド Con の性能を確認するため、各種室内試験を実施した。室内試験結果^{一部1)}を表-3 に示す。曲げ強度は、100×100×400 (mm)の供試体の作製上面（路面にあたるポーラスな面）から載荷する方法とし、目標値は 1 日強度で 4.5N/mm²とした。往復式チェーンラベリング試験の目標値は、ハイブリッド Con と類似した骨格構造を有する車道用ポーラスコンクリートの測定値が概ね 0.3～0.6cm²であったため、0.6cm²以下とした。また、騒音低減効果を確認するためのタイヤ落下試験²⁾の目標値は、比較として実施した密粒度アスファルト混合物の測定値以下とした。試験の結果、

Key words：コンクリート舗装，ハイブリッドコンクリート，チクソトロピー性，コンクリート床版，鋼床版
連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1, TEL：042-483-0541, FAX：042-487-8796

曲げ強度は材齢 1 日の曲げ強度の目標値を満足した。また、骨材飛散抵抗性は車道用ポーラスコンクリートと同程度以上の性能を有し、騒音値は一般的な密粒度アスファルト混合物よりも小さく、騒音低減効果を有することが確認できた。さらに、加圧透水試験により版としての遮水性能も確認した。なお、曲げじん性係数については、SFRC に比べた場合ハイブリッド Con のほうが低い、図-2 に示すように、これまでの使用実績が多い SFRC とアスファルト混合物との複合体と比較すると、ハイブリッド Con の剛性と曲げじん性は大きく上回っていることが確認できた。このことから、橋梁床版の剛性向上には十分寄与できると考えられる。

3-2. 床版との接着性

床版の剛性向上対策には、床版とハイブリッド Con とを一体化させる必要がある。一体化の強弱を評価する方法として、室内にて模擬床版とハイブリッド Con との直接引張試験を実施した。供試体は、先ずコンクリート床版、鋼床版を模擬した下地材に接着層となる高耐久型エポキシ系接着剤、セメント系特殊モルタルをそれぞれ塗布し、その上にハイブリッド Con を打設した。供試体寸法はφ10cm×高さ 10cm（下地材：5cm、ハイブリッド Con：5cm）とし、載荷速度は 0.06MPa/sec とした。試験結果を図-3 に示す。下地材との接着強度は、何れの条件においても床版との付着強度の目標値である 1N/mm² 以上³⁾を十分に満足しており、良好な接着性を有することが確認された。

4. 試験施工による施工性の検討

ハイブリッド Con の施工性を検討するため、模擬コンクリート床版上での試験施工を実施した。模擬コンクリート床版の横断勾配は 4%とした。なお、ハイブリッド Con は一般的な生コンクリートプラントで出荷し、アジテータトラックにて十分に運搬可能であることを事前に確認している。ハイブリッド Con の敷均しは、一般的なアスファルト舗装で 사용되는アスファルトフィニッシャーを用いた。写真-1 に施工状況を示す。施工後の路面は、勾配に関係なく排水性、騒音低減性が得られる良好な状態を確保できた。また、現場から採取したコアにおいては下部に密実な遮水層が形成されていることも確認できた。表-4 に試験施工後の追跡調査結果を示す。曲げ強度は材齢 1 日で 4.5N/mm² 以上を満足しており、現場透水試験から路面の排水機能も確保できていることが確認できた。さらに DF テスタによるすべり抵抗性試験から、動摩擦係数(μ₆₀)が 0.61 という結果が得られ、舗装路面としてのすべり抵抗性も十分確保していることが確認できた。

5. まとめ

橋梁床版に適用が可能な騒音低減型ハイブリッドコンクリート舗装を新たに開発した。またこの舗装は、橋梁床版の剛性向上のみならず、橋面舗装、特に鋼床版のアスファルト舗装で多く発生し課題となっている舗装損傷の対策ともなる。なお、ハイブリッド Con を橋梁床版に用いた場合の剛性効果や疲労耐久性などは今後の検討課題であり、実験ならびに解析を通して検討を行う予定である。

【参考文献】1)鎌田ほか：1 層施工で表面がポーラスで内部が密実な新型ハイブリッドコンクリート舗装の開発、道路建設、pp64-70、2013.9. 2)岡部ほか：簡易騒音測定法による低騒音舗装の騒音低減効果、第 56 回土木学会年次学術講演会、V-030、2001. 3)NEXCO：構造物施工管理要領、2015.8.

表-3 室内試験結果の一例

項目		試験方法	結果	目標値
曲げ強度 (N/mm ²)	σ ₁	曲げ試験	5.10	材齢1日 4.5以上
	σ ₂₈		6.88	
すり減り量(cm ²)		ラベリング試験	0.43	0.6以下
騒音値 (dB(A))*		タイヤ落下試験 ²⁾	-4.3	密粒以下
透水係数 (cm/s)		加圧透水試験	不透水	10 ⁻⁷ 以下
曲げじん性係数 (N/mm ²)	σ ₂₈	曲げタフネス試験	2.97	【参考】 SFRC：5.2 ¹⁾

※密粒度アスファルト混合物との比較値

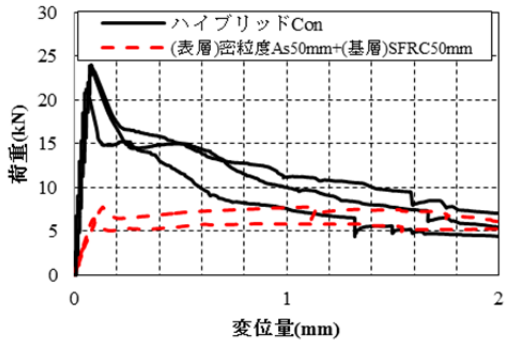


図-2 曲げタフネス試験における荷重-変位曲線例

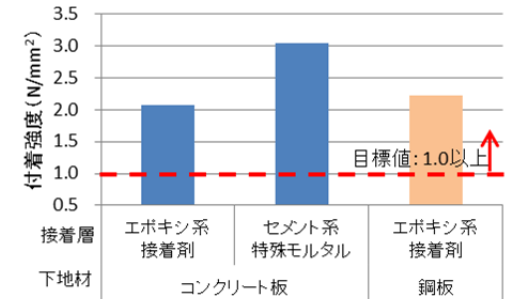


図-3 直接引張試験結果



写真-1 ハイブリッド Con 施工状況

表-4 追跡調査結果

項目		結果	目標値
曲げ強度 (N/mm ²)	σ ₁	5.40	4.5以上
現場透水量 (ml/15sec)		1341	1000以上
すべり抵抗性 (DFテスト: μ ₆₀)		0.61	-