

都市高速の開削トンネルに適用するポーラスコンクリートの配合試験報告

阪神高速道路株式会社 建設事業本部 大阪建設部 正会員○鈴木威 高田佳彦 中山栄作

1. はじめに

阪神高速道路淀川左岸線（1期）は大阪都市再生環状道路として、平成25年春の完成に向けて施工が行われている。その57%の約3.3kmは開削トンネル構造で計画されている。図-1に示すとおり、西行き・東行きともに、トンネル入口近傍の縦断勾配は5.0%であり、明かり部からトンネル内への雨水流入や走行車両による雨水の引き込みが予想された。さらに、島屋側坑口からの進入後、R=157mの急カーブがS字で連続する島屋カーブがある。そこで、トンネル坑口から最初のカーブまでは、路面の雨水の滞水を排除し、スリップを防止するポーラスコンクリート舗装(PCP)を採用している¹⁾。

PCPは、我が国ではこれまで国道などの主要幹線道路やNEXCOの料金所などに実績がある²⁾。しかしながら、大型車が多い重交通路線で、10,000m²を超える大規模な施工は初めてである。本路線で使用するPCPは、車道用としての十分な強度と耐久性に加えて、路面のすべり抵抗性も十分確保した性能が要求される。開削トンネルに適用するPCPについて予備検討を経て、今回舗装工事を発注し施工に向けて多様な検討を進めている。本稿では、PCPの配合試験の結果について報告する。

2. 適用したPCPの概要

PCPとは空隙を有したポーラスコンクリート版により、排水機能や透水機能、車両騒音低減機能などを持たせた舗装である。PCPは、ポーラスアスファルトによる排水性舗装に比べて交通荷重による空隙つぶれや、タイヤの据え切り作用による骨材飛散に対する抵抗性に優れている。

PCPの構造的は、フルデプス型と薄層付着型に大別される¹⁾。本路線では、図-2に示すようにポーラスCoと普通Coの複合構造を採用しており、その層厚はコンクリート舗装厚としては250mmを確保し、PCPの厚さは現在検討中である。

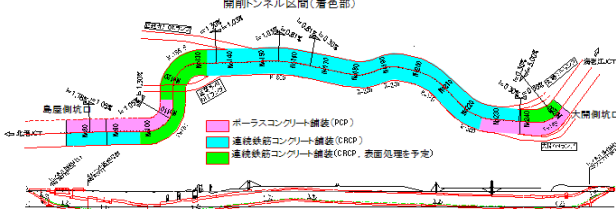


図-1 淀川左岸線の開削トンネル区間の平面線形



図-2 PCPの標準断面構成

3. 配合試験の体系と粗骨材に着目した配合試験

要求性能を満足するようPOCの配合試験は、以下の体系で行う。

- a) 粗骨材の選定とPCPの配合検討
- b) PCPの厚さと空隙率の検討
- c) 輪荷重走行試験による耐久性と滑り抵抗の評価
- d) 下地コンクリートとの付着強度と耐久性の検討
- e) 施工性検討

POCは粗骨材をセメントで結合する構造で、粗骨材の特性が強度や耐久性に大きく影響を与える。そこで、粗骨材に着目して配合検討を行い、曲げ強度、カンタブロ試験など各種試験を行い評価した。

粗骨材は表-1に示すように、プラントで調達可能なコンクリート用砕石の兵庫県産石英安山岩、道路舗装用砕石の広島県産硬質砂岩と和歌山県産硬質砂岩を選定した。骨材最大寸法は、13mmもしくは15mmを採用候補としているが、比較評価のため20mmの5号砕石の硬質砂岩も実施した。なお、すり減り減量はどれも20%以下であった。

供試体を作製したPCPの配合を表-2に示す。ポーラスコンクリートの空隙率は17%に設定し、W/Bは25%と22.5%とし、事前にVC振動締固め法によるコンシステンシー試験方法¹⁾の締固め度が100±5%となるように各骨材で配合を決定した。

表-1 粗骨材一覧表

検討対象骨材	広島県産硬質砂岩	和歌山県産硬質砂岩	兵庫県産石英安山岩	広島県産硬質砂岩 (Gmax20mm)
最大骨材粒径	13mm	13mm	15mm	20mm
岩種	硬質砂岩	硬質砂岩	石英安山岩	硬質砂岩
産地	広島県呉市	和歌山県橋本市	姫路市家島町	広島県呉市
ふるい通過質量百分率 (%)	26.5 mm			100.0
	19.0 mm	100.0		93.3
	15.0 mm		100.0	
	13.2 mm	98.6	96.3	13.6
	10.0 mm		57.0	
	4.75 mm	7.3	2.9	1.2
	2.36 mm	1.7	0.5	
	600 μm			
	300 μm			
	150 μm			
表乾密度 (g/cm ³)	2.73	2.68	2.62	2.73
吸水率 (%)	0.56	0.51	0.74	0.50
すり減り減量 (%)	11.3	11.5	10.4	—
粘土・粘土塊 (%)	0.1	0.04	0.00	0.1
軟石量 (%)	0.0	1.8	0.0	0.0
実積率 (%)	58.4	56.9	57.5	57.5

4. 試験結果

曲げ試験は、JIS A 1106に準拠して実施した。材齢7日の試験結果を図-3(a)に、材齢28日の試験結果を図-3(b)にそれぞれ示す。材齢28日では、すべての水準において曲げ強度4.5N/mm²以上を確保できた。W/Bが22.5%ではすべての水準で、W/Bが25%では広島県産硬質砂岩以外は5.0N/mm²以上となった。圧縮試験はJIS A 1149に準拠して実施した。図-4に示すように材齢28日で、W/Bが22.5%で39～42N/mm²程度、W/Bが25%で35～39N/mm²程度で骨材の種類による大きな差は生じなかった。図-5の弾

キーワード ポーラスコンクリート舗装, 空隙率, 開削トンネル, 粗骨材
連絡先 〒552-0007 大阪市港区弁天 1-2-1-1900 阪神高速道路㈱大阪建設部 TEL06-6599-1744

表-2 PCP の配合

使用骨材	W/B (%)	空隙率 (%)	Vs/Vm (%)	Vm/Vg (%)	単位量(kg/m ³)							Ad (C×%)
					W	C	P	S1	S2	G1	G2	
広島県産硬質砂岩	25.0	17.0	24.0	51.5	94	355	20	73	106	1490	0	0
広島県産硬質砂岩 (Gmax20mm)			26.0	44.0	82	308	20	71	103	627	944	0
和歌山県産硬質砂岩			26.0	52.0	92	348	20	79	116	1463	0	0
兵庫県産石英安山岩			20.0	48.5	95	360	20	58	85	1464	0	0
広島県産硬質砂岩	22.5		28.0	54.0	86	358	25	88	128	1466	0	0.35
和歌山県産硬質砂岩			28.0	55.0	87	362	25	89	129	1435	0	0.075
兵庫県産石英安山岩			24.0	50.0	86	359	25	71	104	1450	0	0.20

性係数は27~32kN/mm²程度である。

カンタブロ試験の材齢28日での試験結果を図-6に示す。目標としていた損失率20%はすべての水準で満足している。Gmax20mmで実施した損失率は大きい。粗骨材どうしの接触面が小さく、飛散した骨材数に対する損失率が骨材が大きくなる。W/Bが25%では和歌山県産硬質砂岩の損失量が最も少なかった。

透水試験は、CI-SP03-1「ポーラスコンクリートの透水試験方法」に準拠して実施した結果を図-7に示す。基準とした0.01cm/sを十分満足している。

乾燥収縮試験はJIS A 1129に準じて実施し、90日までの結果について、長さ変化率の結果を図-8、質量変化率の結果を図-9に示す。一般的なコンクリートの6ヶ月の乾燥収縮量の平均が679μである調査結果²⁾と比較した場合、全体的に観測収縮は小さい。特に、和歌山県産硬質砂岩および広島県産硬質砂岩

が小さく、またW/Bの違いによる差は明確ではなく広島県産では22.5%の方が乾燥収縮が小さかった。

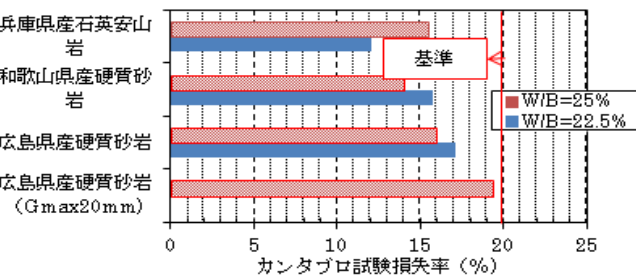


図-6 カンタブロ試験結果 (材令28日)

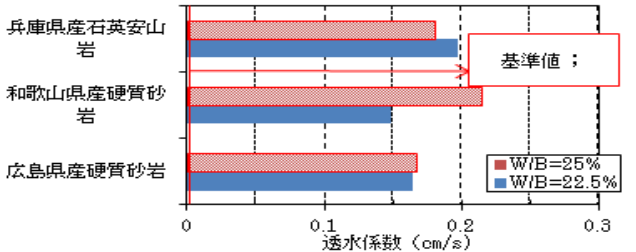


図-7 透水試験結果

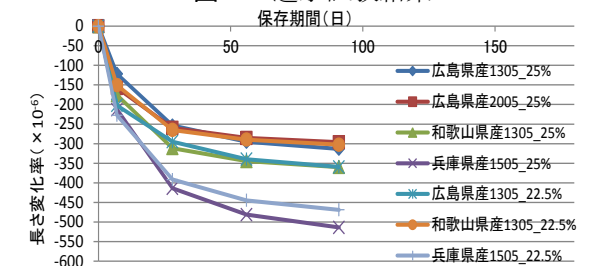


図-8 乾燥収縮試験における長さ変化率

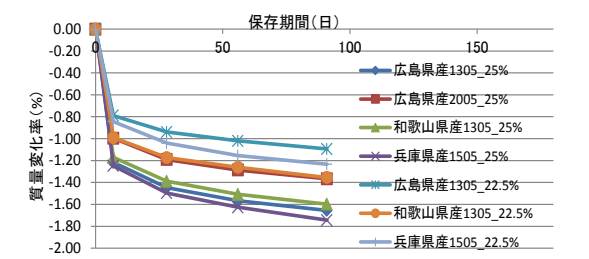
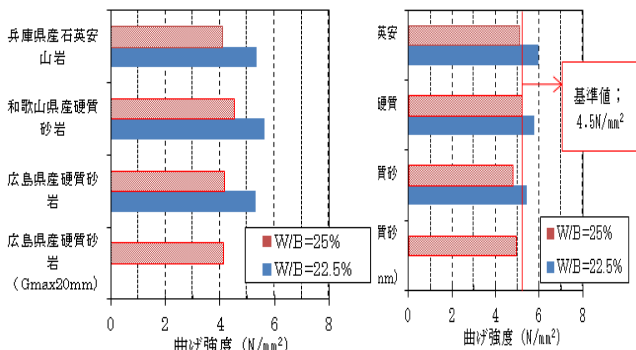


図-9 乾燥収縮試験における質量変化率



(a) 材令7日強度 (b) 材令28日強度

図-3 曲げ強度の試験結果

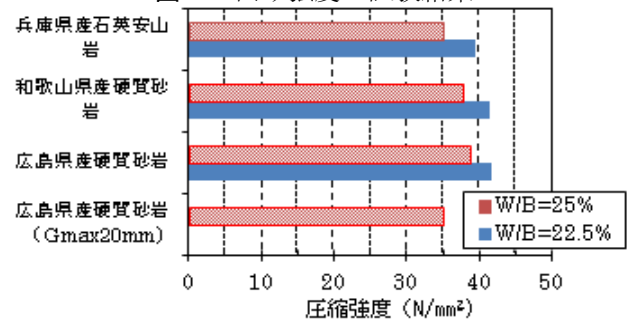


図-4 圧縮強度の試験結果 (材令28日強度)

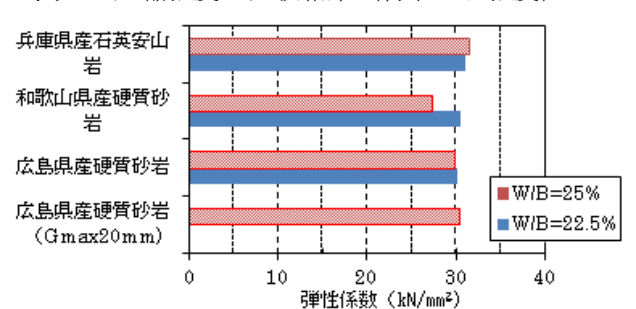


図-5 弾性係数の測定結果 (材令28日強度)

5. まとめと今後の取り組み

試験対象の粗骨材は基準値を満足している。現在並行して回転ラベリング試験を実施しており、耐久性や滑り抵抗の評価を経て粗骨材を選定し、配合を決定する予定である。

参考文献 1) (社)セメント協会：車道用ポーラスコンクリート舗装設計施工技術資料，2007 2)高田，他，開削トンネルにおける信頼性を考慮したコンクリート舗装の理論的設計方法の適用検討，土木学会第67回年次学術講演会（投稿中） 3) (社)日本コンクリート工学協会；コンクリートの収縮問題検討委員会報告書，2010。