

高速道路本線上のポーラスコンクリート舗装の配合検討

阪神高速道路(株)建設事業本部大阪建設部設計課 高田 佳彦
 建設事業本部大阪建設部設計課 中山 栄作
 建設事業本部大阪建設部設計課 佐々木 一則

要 旨

現在新設工事中である阪神高速道路淀川左岸線では、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目的でポーラスコンクリート(POC)舗装を採用した。POC 舗装は、大型車交通量が多い高速道路の本線部における実績がなく、重交通に対しての十分な耐久性とカーブ区間での路面のすべり抵抗性等が要求される。本研究では、W/B および粗骨材種類などを変化させて詳細な配合検討を行い、強度、耐久性、ひび割れ、骨材の飛散抵抗、滑り抵抗など要求される性能を検証し、構造詳細を検討した。

キーワード:ポーラスコンクリート舗装, コンクリート舗装, 空隙率, すべり抵抗, 配合設計

はじめに

淀川左岸線(1期)の正蓮寺川トンネルは、約3.6kmの開削トンネル構造である。当該路線は、重交通路線で高い大型車混入率が予想されており、その路面舗装は、長期にわたり十分な耐久性が要求される。トンネル部の舗装仕様は、照明も含めた建設時および更新時の経済比較の結果、コンクリート舗装が優位であったため、走行性と耐久性が期待できる連続鉄筋コンクリート舗装(以下、CRCPという)を基本としている。

一方、その線形は図-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る。さらに、島屋側のトンネル坑口からの進入後、R=157mの急カーブがS字で連続する平面線形となっている。そこで、雨水の引き込みを抑制し、路面の滞水を排除し、スリップを防止するポーラスコンクリート(以下、POC)舗装をトンネル坑口から最初のカーブまで採用した。POC 舗装は、排水性アスファルト舗装と同様排水機能を有するが、

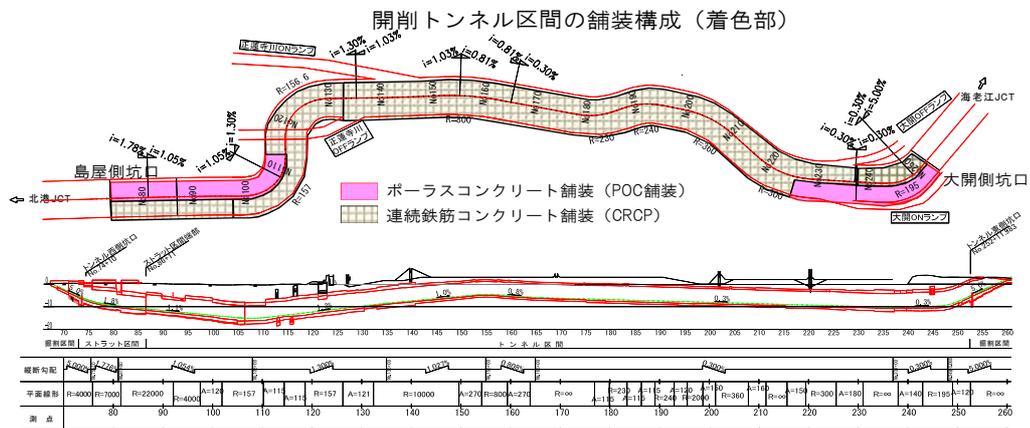


図-1 淀川左岸線開削トンネル区間の平面・縦断線形と舗装構成

長期耐久性が期待でき、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と言われている。この POC 舗装は、我が国では国道などの主要な幹線道路や NEXCO 管理の料金所等実績がある。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世界的にも初めてのことである。淀川左岸線で使用する POC 舗装は、車道用としての十分な強度と耐久性に加えて長期にわたる路面のすべり抵抗も要求される。そこで、詳細な配合検討を行い、強度、耐久性、ひび割れ、骨材の飛散抵抗、滑り抵抗など要求される性能を検証し、構造詳細を検討した。

1. POC 舗装の構造概要

POC 舗装の断面は、図-2 に示すように POC 層と普通コンクリート（以下、NC という）層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 t=250mm を確保する。後述する構造検討により、POC 層 t=75mm、NC 層 t=175mm を採用している。なお、POC 版内には雨水が浸透することから、通常のコンクリート舗装に使われる鉄筋、鉄網、ダウエルバー等は設けず、目地部での荷重伝達は下層コンクリート版である NC 舗装にて受け持たせる¹⁾。

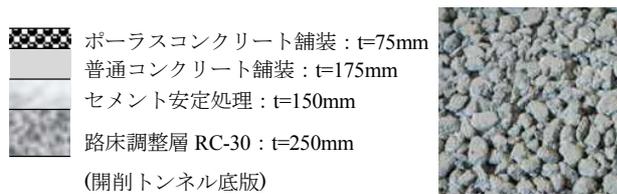


図-2 POC 舗装標準断面と表面の状態

2. 粗骨材選定に着目した配合検討

2-1 検討項目と要求性能

POC の配合検討は、以下の手順で実施する。

- ①水結合材比 (W/B) の選定
- ②粗骨材の選定
- ③細骨材の選定
- ④目標空隙率の設定

⑤施工性を考慮した詳細配合の設定

この内、粗骨材は、POC の強度、滑り抵抗、骨材飛散、耐摩耗などに、W/B は強度、乾燥収縮を含むひび割れなどに与える影響が大きい。そこで、①W/B の決定、②粗骨材の選定を中心に詳述する。

2-2 水結合材比

検討する水結合材比 (W/B) は、過去の実績をもとに 25%と 22.5%とした。その際、目標空隙率は 17%とした。

2-3 検討対象の粗骨材の種類と特性

予備検討を得て、工事に安定供給可能な 3 種類の粗骨材を候補として選定した。道路用砕石として実績のある広島県産硬質砂岩および和歌山県産硬質砂岩、土木工事用砕石として使用されている兵庫県産石英安産岩である。各粗骨材の性状を表-1 に示す。事前の予備検討で粗骨材の最大寸法（以下、Gmax という）は 13mm もしくは 15mm を採用した。比較評価のために、広島県産硬質砂岩のみ Gmax が 20mm も試験対象とした。いずれの粗骨材もロサンゼルスすり減り試験の結果、すり減り減量が 10~11%程度ですり減り抵抗性が高い。モース硬度はいずれも 5.5~6.5 と、比較用として実施した石灰岩の 2.5 に対して極め高く、硬度が高くすり減り抵抗が小さいと推察できる。

表-1 粗骨材の性状

岩種	硬質砂岩	硬質砂岩	石英安産岩
産地	広島県 呉市	和歌山県 橋本市	姫路市 家島町
サイズ種別	5号	6号	1505
表乾密度 (g/cm ³)	2.73	2.73	2.68
吸水率 (%)	0.50	0.56	0.51
粘土・粘土塊 (%)	0.1	0.1	0.04
軟石量 (%)	0.0	0.0	1.8
実積率 (%)	57.5	58.4	56.9
アルカリシリカ反応	無害	無害	無害
すり減り減量 (%)	-	11.3	11.5
モース硬度	-	5.5	5.5

2-4 検討配合

POC の配合は、目標空隙率 17%において VC 振

動締固め法によるコンシステンシー試験方法¹⁾で100±5%となるよう決定した。表-2に配合を示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。細骨材は、佐賀県唐津産海砂50%と高炉スラグ細骨材50%から構成される混合砂と兵庫県姫路市家島町産の砕砂を4:6で混合して粗粒率を2.93とした砂を使用した。ポーラスコンクリート用混和材は、これまで使用実績の多い無機系を使用した。W/B=22.5%の配合では、フレッシュ性状を得るために高性能AE減水剤を添加した。

表-2 粗骨材検討を目的としたPOC配合一覧表

使用粗骨材	W/B (%)	空隙率 (%)	Vs/Vm (%)	Vm/Vg (%)	単位量(kg/m ³)								Ad (C×%)
					W	C	P	SI	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	17.0	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	

※P; 無機系混和材, Ad; 高性能AE減水剤

3. 粗骨材選定に着目した試験とその結果

3-1 試験項目と要求性能

試験項目と要求性能の一覧を表-3に示す。すべり抵抗性については、これまでの実績でGmax13mmのPOC舗装は高いすべり抵抗性が持続することが確認されている¹⁾。本研究では、高速道路上の供用後を想定したすべり抵抗性の確認を目的に、回転ラベリング試験、ASTM摩耗試験によるDFテスト測定を実施した。

要求性能として、曲げ強度は材齢28日で4.5N/mm²、カンタブロ試験は損失率20%以下、定水位透水試験は透水係数0.01cm/s以上、乾燥収縮試験は6か月で800μ以下を目標に設定した。

表-3 試験項目とその方法

調査項目	試験方法	要求性能
強度	曲げ試験	4.5N/mm ² 以上
骨材飛散抵抗性	カンタブロ試験	損失率20%以下
透水性	定水位透水試験	透水係数0.01cm/s以上
乾燥収縮特性	乾燥収縮試験	800μ以下
摩耗性	ASTM摩耗試験	—
すべり抵抗性	回転ラベリング試験	—

3-2 コンクリート舗装の曲げ試験

曲げ試験は、JIS A 1106に準拠して400×100×100mmの供試体を作成し実施した。POC層とNC層の付着が十分にとれていれば、輪荷重でPOC層に発生する応力は圧縮側であるため、通常のコンクリート舗装に比べて設計曲げ強度を低減できる可能性はあるが、より一層の安全性と耐久性を確保するため、これまでの車道での使用実績も踏まえ、要求性能は材齢28日で曲げ強度4.5N/mm²に設定した。

曲げ試験結果を図-3に示す。材齢28日ですべて要求性能の4.5N/mm²以上を確保した。W/B=22.5%ではすべて、W/B=25%では広島県産硬質砂岩以外では5.0N/mm²以上となった。

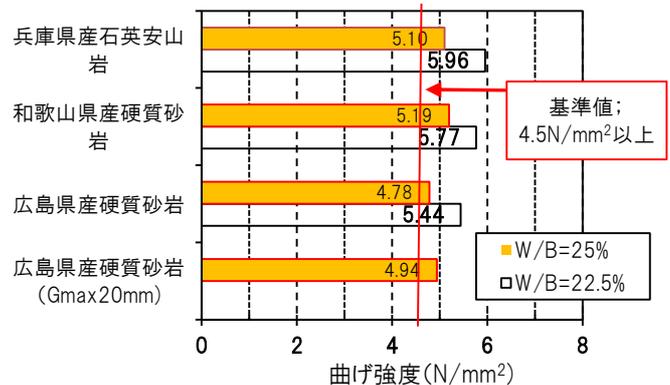


図-3 曲げ試験結果

3-3 カンタブロ試験

骨材飛散抵抗の評価を行うため、カンタブロ試験は、舗装調査・試験法便覧 B010²⁾に準拠して実施した。供試体寸法は、φ100×63.5mmである。

その試験結果を図-4に示す。骨材飛散量(損失率)は、全ての骨材で要求性能の20%以上を満足している。Gmax20mmの損失率は大きく、これは粗骨材の体積に対するモルタル量が少なくなり、衝撃に対する結合力が低下すること、粗骨材の粒径が大きいため一つの粗骨材の飛散に対する損失率への影響が大きいためと考えられる。W/Bが25%においては和歌山県産硬質砂岩の損失量が最も小さかった。W/Bが25%と22.5%では、大きな差は見られなかった。

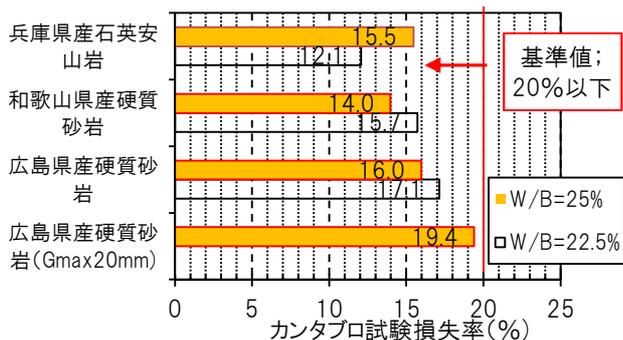


図-4 カンタブロ試験結果

3-4 定水位透水試験

定水位透水試験は、JCI-SP03-1 ポーラスコンクリートの透水試験方法³⁾に準拠しφ100×h100mmの供試体で実施した

透水試験結果を図-5に示す。すべての試験体で基準値とした0.01cm/sを大きく上回った。

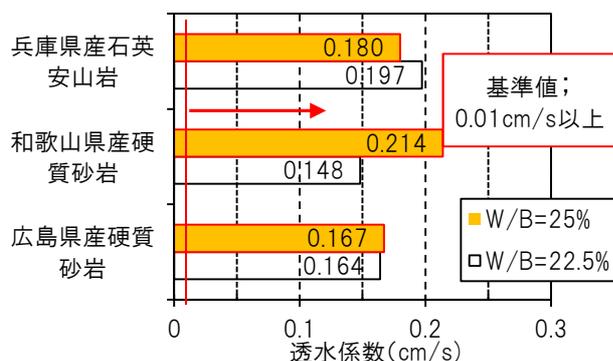


図-5 透水試験結果

3-5 乾燥収縮試験

乾燥収縮試験は、JIS A 1129 に準拠して400×100×100mmの供試体で実施した。供試体作製7日まで水中養生し、材齢7日目で基長をとり、20°C、60%RHの室内で保存して長さ変化率を計測した。乾燥収縮は、コンクリート標準示方書⁴⁾による保存期間6か月の800~1200μの下限值800μ以下を目安とした。1年間経過の長さ変化率を図-6に示す。半年を過ぎると収束する傾向にあり、W/Cより粗骨材の影響が支配的で、兵庫県産石英安山岩が500~600μと高いが、他の硬質砂岩は300~400μと、目安である800μを大幅に下回っており、乾燥収縮に起因するひび割れ発生リスクは極めて小さいと考えられる。

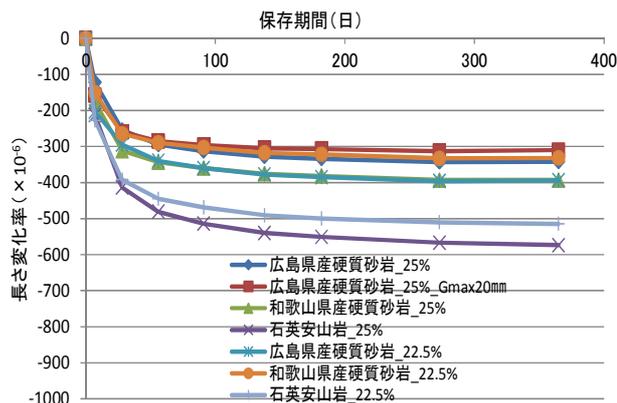


図-6 乾燥収縮試験長さ変化率測定結果

3-6 ASTM 摩耗試験

ASTM 摩耗試験は、ASTM C 779⁵⁾で定められており図-7に示す試験機で、120分間研磨材(鉄粉)により研磨させ、その後60分間浸水させて摩耗ヘッドのみで研磨させる。耐摩耗性はASTM C 779に準拠し摩耗量を計測し評価した。比較評価のため、ポーラスアスファルト混合物(Gmax=13mm)(以下、PAsという)、密粒度アスファルト混合物(以下、DAsという)も実施した。

ASTM 摩耗試験の摩耗量測定結果を図-8に示す。鉄粉での研磨後では、摩耗量はほぼ1mmと小さいレベルであるが、W/B=25%の和歌山県産硬質砂岩が最も小さく、W/B=25%の兵庫県産硬質砂岩が最も大きく、PAsとDAsはその中間であった。W/Bの差による摩耗量の影響は明確に表れなかった。ASTM 摩耗試験で摩耗後、DF テスタによって動摩擦係数を計測した結果を図-9に示す。鉄粉での研磨後は、骨材表面が粗く削られ摩擦係数が上がる。その後の水浸状態での研磨後は、表面を観察すると骨材に被覆しているモルタルがはがれ骨材が露出している。ASTM 摩耗試験終了後、和歌山県産硬質砂岩 W/B25%の動摩擦係数が最も高く、アスファルト混合物のDAsやPAsより高かった。和歌山県産硬質砂岩は摩耗量も低かったことから、他の試験体より表面の凹凸が持続しテクスチャーが確保されていたからと考えられる。

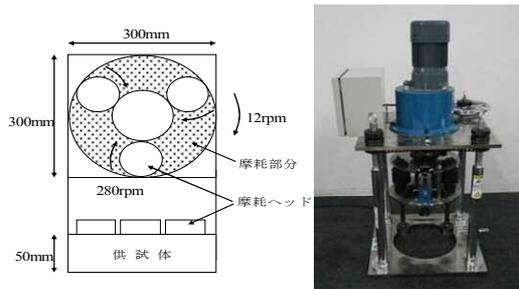
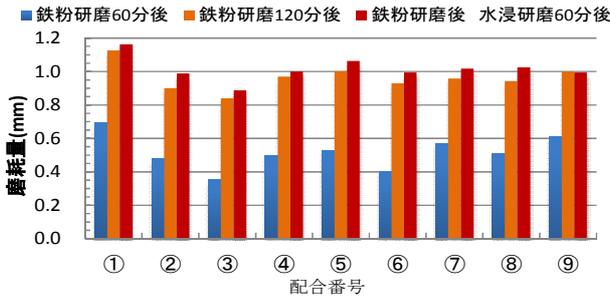


図-7 ASTM 摩耗試験概要



配合番号	使用粗骨材
①	広島県産硬質砂岩 W/B=25%
②	広島県産硬質砂岩 W/B=25%(Gmax20mm)
③	和歌山県産硬質砂岩 W/B=25%
④	兵庫県産石英安山岩 W/B=25%
⑤	広島県産硬質砂岩 W/B=22.5%
⑥	和歌山県産硬質砂岩 W/B=22.5%
⑦	兵庫県産石英安山岩 W/B=22.5%
⑧	PAs (ポーラスアスファルト混合物)
⑨	DAs (密粒度アスファルト混合物)

図-8 ASTM 摩耗試験による摩耗量測定結果

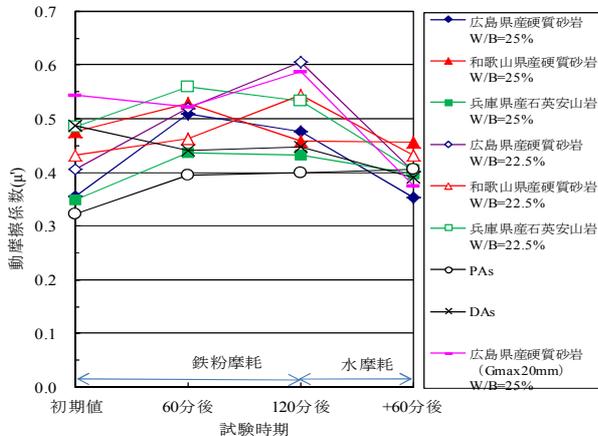


図-9 ASTM 摩耗試験の動摩擦係数測定結果

3-7 回転ラベリング試験

長期供用後のすべり抵抗性を評価することを目的に、回転ラベリング試験を行い各フェーズですべり抵抗値として BPN を測定した。この試験は、舗装調査・試験法便覧 B002, ラベリング試験方法²⁾に基づき実施した。試験機と供試体寸法を図-10 に示す。

タイヤはノーマルタイヤを使用し、輪荷重は 1.6N (接地圧 ; 0.4N/mm²)、テーブル回転数

153rpm (約 28km/h に相当)、試験温度は室温の 5°C~15°C の範囲であった。常時散水した条件で実施した。第 1 回目は W/B=25% の POC および粗骨材に広島県産硬質砂岩を使用した PAs (ポーラスアスファルト混合物 (Gmax13mm)), 第 2 回目は W/B=22.5% の POC および PAs, 粗骨材に広島県産硬質砂岩を使用した DAs (Gmax13mm) で実施した。

回転ラベリング試験による BPN 測定結果を図-11, 100 万回走行後の供試体の写真の一例を写真-1 に示す。回転数が増加するにつれて BPN が下がり、同図(a)の W/B=25%では 100 万回で 40 前後となる。ここでも和歌山県産硬質砂岩は BPN が最も高く、PAs および同図(b)の DAs より優位であった。また、POC において同図(b)の W/B=22.5%より同図(a)の BPN が全体的に高かった。これは、W/B=25%の配合は W/B=22.5 に対して粗骨材量が多く、テクスチャーが確保されやすいと考えられる。

100 万回走行終了後の各試験体の表面を観察すると、モルタル被膜が一部を残してはがれ、粗骨材が露出している状態であった。また、長期の散水状態で同一箇所を集中的に磨いたため表面にぬめりが生じており、摩擦抵抗が失われ BPN が低下したと推察できる。実路面では、このようなぬめりは確認されていない。これは、実路面では乾燥とウェットの繰返し下において、タイヤの回転抵抗作用により研磨されるからである。そこで、乾燥時の研磨を想定し試験体表面をワイヤーブラシで研磨した後、BPN を測定した。その結果を図-12 に示す。同図では、散水せず乾燥状態で実施した BPN 試験 (ドライ), および、散水後表面を拭き取った状態での BPN 試験 (拭き取り) の結果も併記している。研磨後の BPN は 50 以上で、拭き取りでは 60 以上となっている。和歌山産硬質砂岩は BPN が高くなっている。この結果が、粗骨材が露出している長期供用後の実路面の滑り抵抗評価に近いと推察される。

次に、アスファルト舗装と比較考察を行う。写真-2 に 9 年供用した車道の POC 舗装と PAs 舗装の写真を示す。これより POC 舗装は実道ではモルタル被膜がはがれて粗骨材が露出するとともに空

隙の目詰りが見られる。PAs 舗装ではそれに加えて空隙がつぶれる傾向がみられ、回転ラベリング試験では再現できなかった現象である。これは、PAs は骨材のすり減りに加えて、高温時にアスファルト剛性が低下し、タイヤによるニーディング作用の影響を受け骨材が動き空隙が潰れるとともに表面が揃い平滑になり、テクスチャーが失われたと考えられる。よって、試験より実路面の方が滑り抵抗が低下する要因を有している。一方、POC 舗装は温度依存性がなく PAs 舗装に対して、将来に渡りすべり抵抗を確保できると考えられる。さらに、本試験の終了時の和歌山産硬質砂岩の BPN は、DAs より高かったことから、密粒アスファルト舗装と比べても長期の滑り抵抗は遜色ないと推察される。

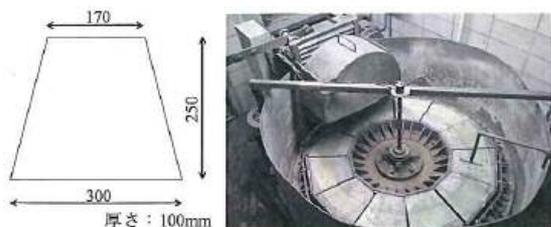
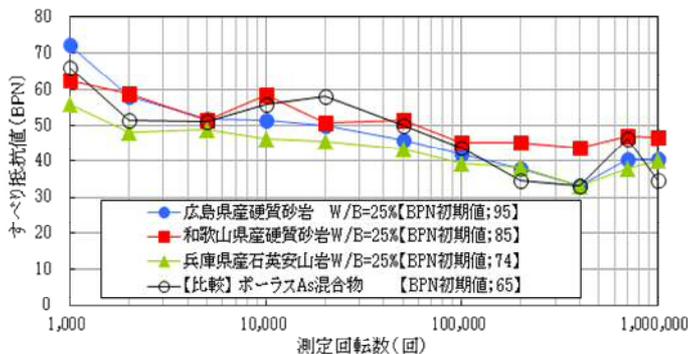
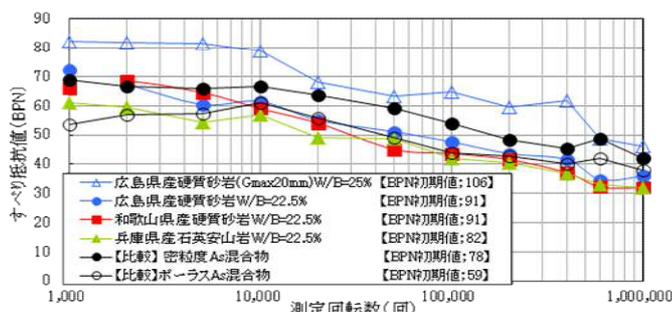


図-10 回転ラベリング試験機の概要



(a) W/B=25%



(b) W/B=22.5%

図-11 回転ラベリングと BPN 測定結果

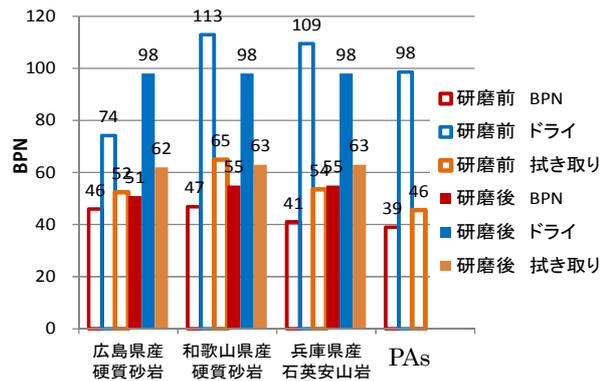
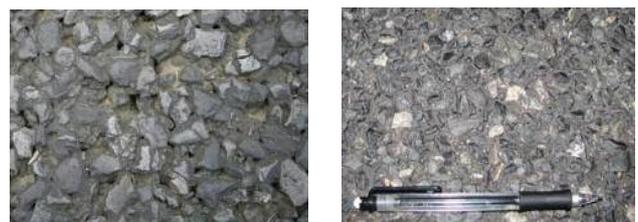


図-12 ワイヤブラシ研磨前後の BPN (W/B=25%)



(a) POC (和歌山県産硬質砂岩) (b) PAs

写真-1 回転ラベリング試験終了後の供試体写真



(a) POC (b) PAs

写真-2 9年供用後の実路面の写真

3-8 粗骨材および W/B 選定検討結果とまとめ

粗骨材は、曲げ強度、乾燥収縮、すべり抵抗に優れた和歌山県産硬質砂岩を選定した。W/B は、乾燥収縮に大差がなくすべり抵抗に優れた骨材表面水の変動が小さく施工実績がある 25%を選定した。

4. 詳細配合試験と空隙率の検討

4-1 目的と配合

空隙率は POC の排水能力や強度特性に大きく影響を及ぼす。一般には空隙率が小さいと排水能力が低下するが、強度やすり減り抵抗は高くなる。そこで、前章で検討した空隙率 17%に対して、15%を候補として検討し、その配合を表-4 に示す。また、今回採用の POC 舗装は、NC 層との複合構造となっている。この接合面の付着材は、無収縮

モルタルを 1.0 mm以上の厚さで NC 層上に塗布し、
 付着（引張）強度は 1.0N/mm²を要求している。
 そこで、接合面の強度や疲労耐久性は極めて重要
 であり、検証を行った。

表-4 空隙率検討を目的とした POC の配合

配合No	空隙率 (%)	W/B (%)	Vs/Vm (%)	Vm/Vg (%)	単体量(kg/m ³)					
					W	C	P	S1	S2	G
1	17.0	25.0	26.0	52.0	92	348	20	79	116	1463
2	15.0		27.0	56.5	98	372	20	89	130	1456

4-2 曲げ試験および定水位透水試験

3 章に示した方法により曲げ試験を行った結果、
 その強度は配合 No. 1 が 5.02N/mm²，配合 No. 2 が
 5.86N/mm² で空隙率 15%が高強度であった。同様に
 透水係数は、配合 No. 1 は 0.240cm/s，配合
 No. 2 は 0.132cm/s と、空隙率が小さいと透水係
 数は低下するが、要求値の 0.01cm/s に対して十
 分な余裕がある。

4-3 付着特性試験

付着部の強度特性を確認するため、付着材を介
 した NC 層と POC 層との複合体について直接引張
 試験で引張強度を、せん断試験でせん断強度を求
 めた。

直接引張試験の概要図を図-13 に示す。供試体
 は、300×300mm の型枠に NC 層を構築し、その上
 に、付着材を塗布して t=50 mmの POC を打ち継ぎ、
 母材破壊を防ぐためその厚さを 25mm に整形した。

せん断試験の概要図を図-14 に示す。供試体は
 直接引張試験と同様に作製し、POC 厚は 50mm の
 まま試験を実施する。試験結果は、表-5 に示す。
 いずれも要求性能を満足している。

4-4 水浸引張疲労試験

付着構造の疲労耐久性の確認を目的に水浸引張
 疲労試験を実施した。その状況を写真-3 に示す。
 付着面を水浸状態とし、応力制御で 10Hz の正弦
 波荷重を与え、200 万回まで荷重する。供試体寸
 法は直接引張試験と同様とする。予め解析で算出
 した最大作用引張応力は 0.30N/mm²程度で、その

2 倍の 0.60N/mm²を繰返し応力とした。試験結果
 は、表-6 のとおり 200 万回の繰返し荷重後、損
 傷および破壊は生じなかった。

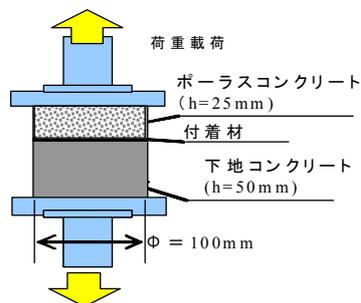


図-13 直接引張試験の概念図

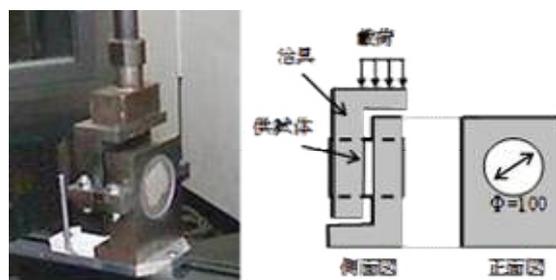


図-14 せん断試験の概要図

表-5 直接引張試験とせん断試験の結果

配合No	直接引張試験			要求性能	せん断試験		要求性能
	引張強度 (N/mm ²)	平均引張強度 (N/mm ²)	破壊モード		せん断強度 (N/mm ²)	平均せん断強度 (N/mm ²)	
1(空隙率17%)	1.87	1.85	付着面	1.0N/mm ² 以上	2.46	4.59	引張強度以上
	1.12				5.67		
	2.57				5.63		
2(空隙率15%)	1.73	1.79	付着面 NC層	1.0N/mm ² 以上	4.59	5.55	引張強度以上
	1.7				5.84		
	1.95				6.23		



写真-3 水浸引張疲労試験の実施状況

表-6 水浸引張疲労試験終了後の破壊の有無

配合No	水浸引張疲労試験200万回後
1(空隙率17%)	損傷および破壊せず
	損傷および破壊せず
	損傷および破壊せず
2(空隙率15%)	損傷および破壊せず
	損傷および破壊せず
	損傷および破壊せず

4-5 空隙率検討結果

空隙率 15%の POC は、17%より強度が高く、排水性能も遜色なく、付着部の引張強度や疲労耐久性も満足していることから、この配合を採用した。

5. POC 層の最適厚さの検討

POC 舗装における POC 層の厚さは、これまでの 50~100mm の実績があるが、その算出根拠は明確にされていない。POC 舗装は POC 層と NC 層を接合部で一体化している。接合部には、温度応力と乾燥収縮によって発生する引張応力および輪荷重によるせん断応力が作用し、それらに対し接合材の付着強度で抵抗する。POC 層が薄いほど接合部の引張の発生応力が高くなる。そこで、最適な POC 層厚さを算出するため、線形弾性 FEM 解析で POC の厚さを変化させ、その時の作用応力の影響を検討した。解析における POC 舗装の厚さは 50, 70, 75, 80, 100mm の 5 パターンとした。表-7 に FEM 解析モデルにおける各層の性状を示す。POC 層の弾性係数は、実験により求めた値を用いた。

モデル化した舗装の平面概要図を図-15 に示す。1/4 モデルで 2 枚の版をモデル化した。車両走行方向 (x 軸方向) の版長は 10m として、目地を設置した。直角方向 (y 軸方向) の版長は施工箇所によって変化するが、温度応力解析において安全側となるようにこちらで 10m とした。

温度解析における版内温度差は、POC 舗装が坑口部の施工されることから、通常明かり部で設定する最大の水準である 0.5°C/cm とした。乾燥収縮は、図-6 より材齢 1 年で最大 400 μ 程度ある。実際の乾燥収縮はクリープを伴って緩やかに進行するためひずみは緩和されるとともに弾性係数は小さくなるが、安全側として弾性係数は表-7 のまま、NC 層と POC 層のひずみ差は 400 μ とした。図-16 にこれらのモデル図を示す。

FEM 解析の結果を分析すると、せん断応力より引張応力が許容値に対して厳しいので、引張応力に着目し、接合部に発生する引張応力の分布を図-17 に示す。接合部の引張強度は、付着強度の

1.0N/mm² に対して安全率 3 を考慮し許容値を 0.33N/mm² とした。同図より、許容値を満足する POC 層の厚さは 75mm 以上であるため、同値を採用した (NC 層 ; 175mm)。

表-7 FEM 解析モデルにおける各層の性状

各層材料	厚さ (mm)	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン比	
				表層
基層	NC	200,180,175,170,150	30,000	0.2
路盤	セメント安定処理	150	2,000	0.35
路床	再生粒状材	600	300	0.35

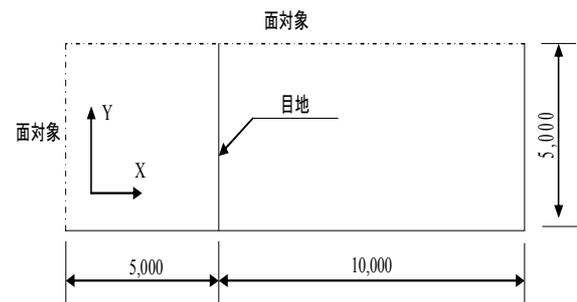


図-15 モデル化した舗装の平面概要図

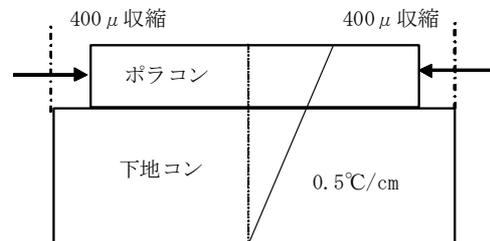


図-16 乾燥収縮と版内温度差の入力モデル

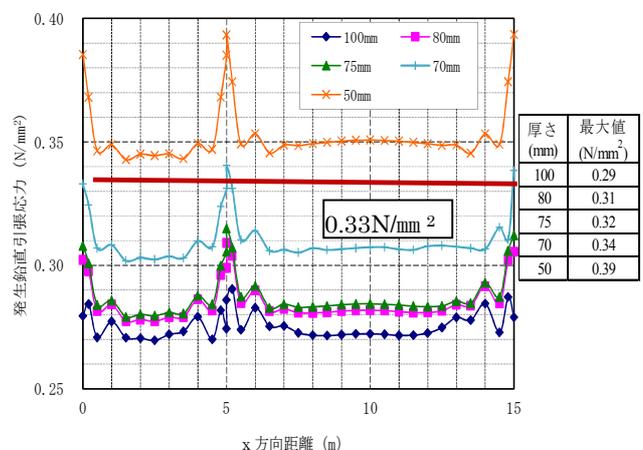


図-17 接合部における車線方向の引張応力分布

まとめ

POC 舗装の採用を目的とした実験および検討結果について、以下に得られた結論をまとめる。

- (1) 配合試験において、曲げ強度、透水係数、カクタプロ試験は、粗骨材や W/B にかかわらず要求性能を満足した。乾燥収縮は、粗骨材が支配的で W/B にかかわらず、硬質砂岩は 300 ~ 400 μ と小さく、ひび割れ発生のリスクは極めて小さい。
- (2) ASTM 摩耗試験後の DF テスタによる動摩擦係数では、和歌山県産硬質砂岩は 0.45 程度と DAs, PAs より高かった。
- (3) 回転ラベリング試験における BPN は、W/B では 25%の方が滑り抵抗が高かった。この時、粗骨材の比較では、和歌山県産硬質砂岩の BPN が最も高く、DAs, Pas を上回っており、アスファルト舗装より POC 舗装が長期のすべり抵抗で優位であった。PAs の実路面は、高温時のアスファルトの剛性低下時に骨材の表面が揃いテクスチャーが失われ、実験で得られた結果より滑り抵抗が低下する恐れがあることを考慮すると、POC 舗装は PAs よりすべり抵抗が大幅に期待できると推察できる。
- (4) 粗骨材は、曲げ強度、乾燥収縮、すべり抵抗

に優れた和歌山県産硬質砂岩を選定した。

W/B は、乾燥収縮に大差がなくすべり抵抗に優れる 25%を、空隙率は 15%を選定した。

- (5) POC 舗装の POC 層の厚さは、接合面の引張強度を満足する 75 mmを採用した。

これら検討結果を踏まえ、平成 25 年 3 月に POC 舗装の施工を行なった。急カーブで横断勾配の厳しい複雑な線形での施工となったが、品質管理に最新の注意を払い無事に施工を完了した。

本研究を実施するにあたって、阪神高速道路舗装技術委員会委員長である神戸大学吉田准教授はじめ委員の方々に多大な助言を賜りました。また、鹿島世紀東急 JV および住友大阪セメント(株)には施工および試験実施等で多大なご支援をいただきました。ここに感謝の意を表します。

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) (社)日本道路協会；舗装調査・試験法便覧〔第 2 分冊〕，2007.
- 3) (社)日本コンクリート工学協会；JCI 基準集（1977～2002 年度版），2004.
- 4) (社)土木学会；コンクリート標準示方書【設計編】，2007.
- 5) ASTM；C779/C779M-Standard Test Method for Abrasion Resistance of Horizontal Concrete Surfaces，2010.

STUDY OF MIX PROPORTIONS AND QUALITY CONTROL OF POROUS CONCRETE PAVEMENT ON URBAN EXPRESSWAYS

Yoshihiko TAKADA, Eisaku NAKAYAMA and Kazunori SASAKI

Porous concrete (POC) pavement has been selected for the portals of the Shorenjigawa tunnel on the Yodogawa Sagan Route of the Hanshin Expressway, for the purpose of improving surface rainwater drainage and preventing car accidents. This was the first application of POC pavement in the world to an expressway with a heavy truck traffic volume, and it was necessary to ensure sufficient performance under heavy traffic load, including durability and surface skid resistance at curves. The authors carried out a comparative study on mix proportions at different water-binder ratios with various types of coarse aggregate, and investigated strength, durability, crack behavior, aggregate fretting resistance, skid resistance and other performance characteristics to determine the structure details. It was found that the major dominant factor for strength and durability of POC pavement was the mix proportions, while the surface skid resistance was found to be influenced more by the type of aggregate rather than by the other factors.

高田 佳彦



建設事業本部大阪建設部設計課
Yoshihiko Takada

中山 栄作



建設事業本部大阪建設部設計課
Eisaku Nakayama

佐々木 一則



建設事業本部大阪建設部設計課
Kazunori Sasaki