

高機能舗装混合物における骨材粒度の最適化手法の確立に関する検討

日本道路公団 試験研究所 正会員 本松 資朗

日本道路公団 試験研究所 正会員 ○高原 健吾

1. はじめに

JHの高速道路において高機能舗装が表層工の標準となり全国展開されるに伴い、積雪寒冷地域における低温時の耐久性や、一般地域も含めたチェーン規制時の骨材飛散が報告されている。

本研究は、高機能舗装の骨材飛散に対する耐久性向上を目的に骨材粒度の最適化を図り、粗骨材の噛合せ効果を最大限発揮させる配合手法の検討を行い、骨材飛散に対する効果を検証するものである。

2. 骨材配合手法

本検討に用いた骨材配合手法は、「パッキング理論」と称されるもので、元々は連続粒度のアスファルト混合物の設計法として 1930 年代に開発されたものである。この考え方は、図-1 に示すとおり 2 種類の粒径の異なる骨材において、細かい骨材を粗い骨材に徐々に加えていくと、骨材間隙が次第に埋められ、単粒径のみを使用し締固めた場合に比べ、必ず小さな空隙率が得られるというものである。この異径骨材の組合せで最小空隙率が得られた混合物は、その骨材の最適な噛合せ効果により、最大に締固まった理想的な安定構造を持つと考えられる（図-2）。こうして複数粒径の粗骨材間における最適な割合を求めた後、細骨材を加えると空隙率は直線的に減少するので、設定した目標空隙率に達した時点を決定骨材割合とするものである（図-1 右図）。以上により、どの目標空隙率に対しても最も密実で安定した骨材の骨格構造を持つ合成粒度が求められる。

3. 高機能舗装混合物の骨材粒度最適化の検討

(1) コーティング試験法

高機能舗装混合物における骨材粒度の最適化手法の確立を目的として、前項の骨材配合手法と表-1 に示す条件でジャイレトリーコンパクターを用いて配合試験（以下、「コーティング試験法」）を行った。その結果、図-3 に示すとおり、大粒径の骨材が少なく 9.5 mmふるい目付近

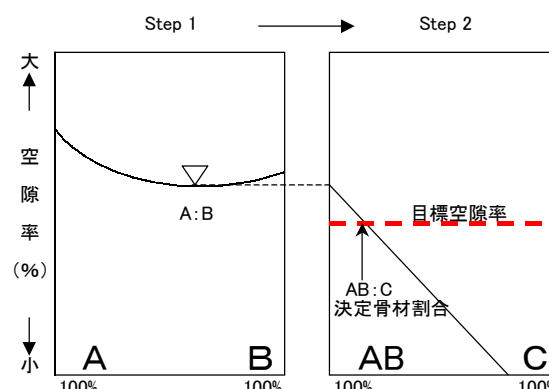


図-1 高機能舗装におけるパッキング理論の考え方

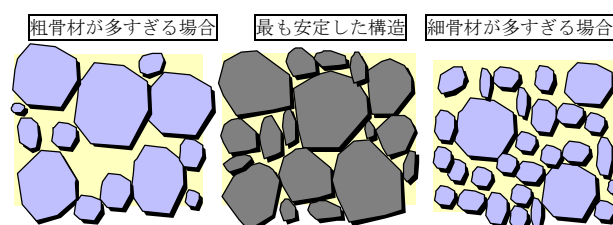


図-2 粗骨材骨格の安定構造の模式図

表-1 配合割合（コーティング試験法）

配合割合 (%)				
13~8mm	8~0mm	粗目砂	石粉	アスファルト量
16.72	66.88	11.4	5	5.0

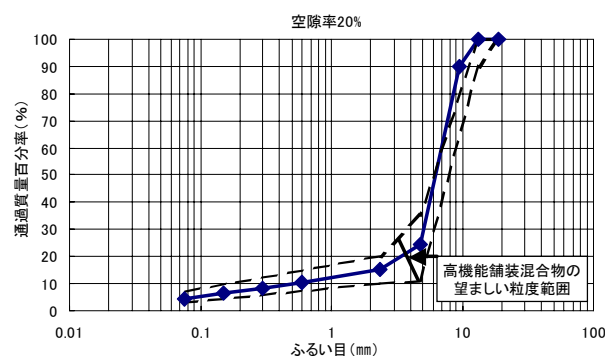


図-3 パッキング理論を適用した混合物の合成粒度

表-2 機能耐久性評価（コーティング試験法）

温度	試験名	測定項目	最適化配合	標準
常温	室内透水試験 (定水位) (変水位)	連続空隙率(%)	20%	17.3
		透水係数(cm/s)	0.209	0.223
		トラハース走行前(ml/15sec)	1267.2	1284.1
		トラハース走行後(ml/15sec)	1119.0	1247.9
		残留透水量(%)	88.3	97.2
-20℃	カンタプロ試験	損失率(%)	26.1	21.2
20℃	カンタプロ試験	損失率(%)	7.6	1.9
60℃	回転ホイールラング試験	摩耗深さ(mm)	10.0	1.9

キーワード：高機能舗装，理論配合，パッキング理論

連絡先：東京都町田市忠生 1-4-1 日本道路公団試験研究所，TEL042-791-1621，FAX042-791-2380

において高機能舗装混合物の望ましい粒度範囲から逸脱する配合となった。混合物の機能・耐久性評価において、表-2に示すようにホイールトラッキング試験機で4時間トラバース走行後の透水量が従来の経験的配合手法で得られる混合物（以下、「標準」）より劣る結果となった。これは、図-4に示すように大粒径骨材の骨格に小粒径の骨材が多く投入され締め固められたことで、大粒径の骨材間隔を押し広げ、安定した骨材の骨格構造が失われたためと考えられる。

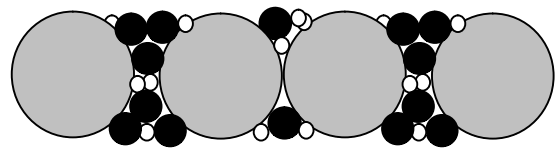


図-4 コーティング試験法による骨材骨格のモデル

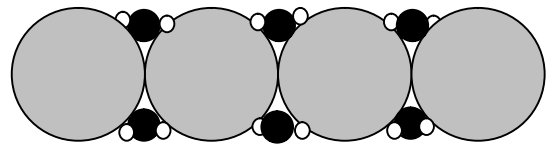


図-5 理想的な骨材骨格のモデル

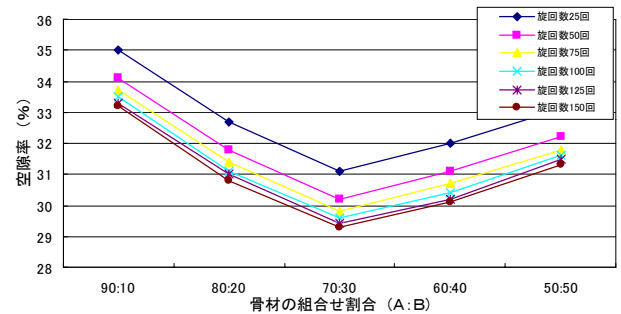


図-6 A:B 骨材のコーティング試験法による空隙変化

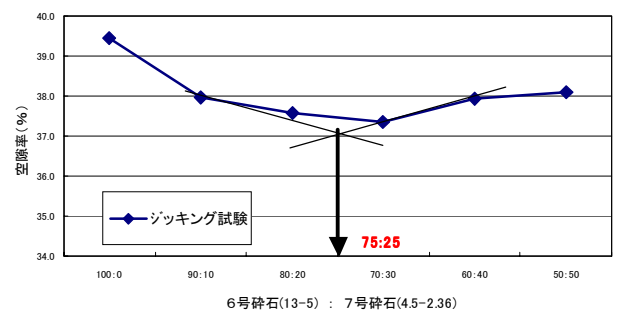


図-7 A:B 骨材のジッキング試験法による空隙変化

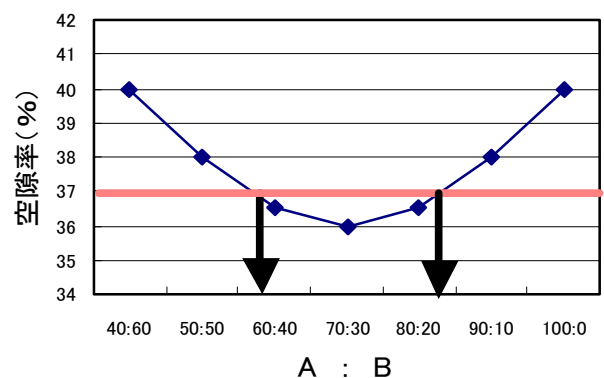


図-8 ジッキング試験結果

(2) ジッキング試験法

図-5に示す骨材骨格のモデルは、大粒径の粗骨材間に小粒径の骨材がある程度存在し、大粒径骨材で主骨格を成す理想の状態と考えられる。この状態を再現するためには、2種類の骨材を混合した状態で容器に入れ、その容器に一定の衝撃を与えることを繰り返して締め固めて、密度を計測するジッキング試験法による配合試験を行った。この試験法では図-6、7に示すようにコーティング試験法より粗い粒度側に空隙率の最下点を示す傾向にあることが分かった。また、この最下点の空隙率が37%程度であれば目標空隙とアスファルトモルタル量（目標空隙20%で15.8%、目標空隙17%で18.6%）を確保できることがわかった。なお、図-8に示すように空隙率の最下点が37%を下回る場合、目標空隙の組合せが2箇所存在するため、粗骨材の多い粒度側の配合（図-8の右側）を採用する。

4. まとめ

表-3に示す条件でジッキング試験法により得られた混合物の機能・耐久性評価結果を表-4に示す。ジッキング試験法を用いて作製した最適化配合の空隙率20%が、標準の空隙率20%の混合物より低温域での性状が多少改善されていることがわかった。しかし、コーティング試験法同様、トラバース走行後の透水量が標準より劣る傾向は改善されておらず、高機能舗装に本手法を適用するには更なる検討の余地がある。

表-3 配合割合（ジッキング試験法）

配合割合(%)				
13~5mm	2.36~1.2mm	細目砂	石粉	アスファルト量
77.6	8.7	8.7	5	5.0

表-4 機能耐久性評価（ジッキング試験法）

温度	試験名	測定項目	最適化配合	標準
常温	室内透水試験	連続空隙(%)	20%	20%
		透水係数(cm/s)	0.191	0.184
	(変水位)	トラバース走行前(ml/15sec)	1260.6	1280.7
		トラバース走行後(ml/15sec)	1226.0	1274.0
		残留透水量(%)	97.3	99.5
-20℃	カンタブロ試験	損失率(%)	17.5	18.6
-10℃	ラベリング試験	すり減り量(cm ²)	0.372	0.454
60℃	回転ホイールトラッキング試験	摩耗深さ(mm)	9.0	10.5