

第 部門

高粘度アスファルト付着再生骨材を用いたコンクリートの強度特性

近畿大学大学院総合理工学研究科

学生員 ○清水 準市

近畿大学理工学部

正会員 東山 浩士

近畿大学理工学部

正会員 佐野 正典

1. はじめに

排水性舗装は、高粘度アスファルトを使用した多孔質アスファルト混合物であり、降雨時の走行安全性の向上、道路交通騒音の低減効果などを有している。このことから、排水性舗装の適用が平成 7 年度頃から増加してきている。日本政策投資銀行の試算¹⁾によると、国内の建設副産物の排出量は、2000 年度から 2020 年度にかけて急激に増加すると見込まれている。一方、天然骨材の枯渇化、環境保全に関わる採取制限といった建設用骨材に関わる問題が顕在化している。筆者らは、近い将来増加が予想されている排水性舗装発生材から再生化した骨材(As 再生骨材)のコンクリート用骨材としての適用性について検討してきた。既往の研究結果²⁾では、普通コンクリートとの比較において曲げ強度の低下は見られなかったが、圧縮強度、割裂引張強度が 30%～50%程度低下した。そこで本研究では、As 再生骨材と天然骨材(砕石、川砂)の混合比率を変化させ、高粘度アスファルトの残留付着量がコンクリート強度に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

使用材料を表-1 に示す。使用材料は普通ポルトランドセメント、野洲川産川砂、砕石及び排水性舗装発生材から再生化した粗骨材、細骨材である。As 再生骨材の再資源化手法³⁾としては、まず加熱溶解した舗装発生材中に添加材として水砕スラグ(比表面積 800～900cm²/g、粗粒率 2.5)を 90～100%(発生材に対する質量比)投入し、160～180 の温度で混合・攪拌する。この過程で骨材に付着していた高粘度アスファルト(以下:アスファルト)の大半は投入した添加材にほぼ均等に付着し、分離独立した生産当初の原型状態に近い骨材と砂粒状態となる。ここから粒径 5mm 以上を As 再生粗骨材、5mm 以下を As 再生細骨材として資源化する。As 再生骨材表面には、アスファルトが薄膜状に付着しており、

骨材質量に対する付着アスファルト量は、粗骨材が 0.8%、細骨材が 2.0%である。付着量は骨材にアスファルトが付着している状態の質量と溶媒に浸漬して完全にアスファルトを除去した骨材の質量から算定した。As 再生粗骨材を置換した配合を表-2 に、As 再生細骨材を置換した配合を表-3 に示す。As 再生骨材置換率は粗骨材、細骨材それぞれの質量に対して 0, 30, 50, 70, 100%の 5 水準とした。また、配合表に示すアスファルト量はコンクリート 1m³当たりの As 再生骨材に付着している値である。試験体は、打設 1 日後に脱型して材齢 28 日間水中養生を行った。圧縮及び割裂引張試験はφ100×200mm の円柱試験体を各 3 体、曲げ強度試験は 100×100×400mm の角柱試験体を各 3 体用いた。また、試験機はいずれの試験も 2000kN 万能試験機を用いた。

表-1 使用材料

材料	タイプ	物性値
セメント	普通ポルトランド(C)	密度: 3.15g/cm ³ , ブレーン値: 3390cm ² /g
細骨材	野洲川産川砂(S _N)	密度: 2.59g/cm ³ , 吸水率: 1.37%, 粗粒率: 2.96
	As細骨材(S _R)	密度: 2.40g/cm ³ , 吸水率: 0.67%, 粗粒率: 2.97
粗骨材	砕石(G _N)	密度: 2.70g/cm ³ , 吸水率: 0.71%, 粗粒率: 6.26
	As粗骨材(G _R)	密度: 2.61g/cm ³ , 吸水率: 0.37%, 粗粒率: 6.19
混和剤	AE減水剤(AE)	リグニンスルホン酸化合物ポリオール複合体

表-2 As 再生粗骨材を置換した配合表

試験体	W/C (%)	置換率 (%)	s/a (%)	単位体積質量(kg/m ³)						
				W	C	S _R	G _N	G _R	AE	As量
R-100	54	100	53	212	392	812	0	770	3.9	22.39
R-70	52	70	53	202	392	812	247	557	3.9	20.69
R-50	52	50	54	202	392	826	404	390	3.9	19.63
R-30	54	30	53	210	392	826	565	234	3.9	18.38
R-0	52	0	50	203	392	764	877	0	3.9	15.27

注) 細骨材には As 再生細骨材を 100%使用

表-3 As 再生細骨材を置換した配合表

試験体	W/C (%)	置換率 (%)	s/a (%)	単位体積質量(kg/m ³)						
				W	C	S _R	S _N	G _R	AE	As量
R-100	54	100	53	212	392	812	0	770	3.9	22.39
R-70	50	70	52	180	359	582	269	835	3.9	18.33
R-50	50	50	52	180	359	416	449	835	3.9	15.00
R-30	50	30	52	180	359	250	628	835	3.9	11.67
R-0	50	0	52	180	359	0	896	835	3.9	6.68

注) 粗骨材には As 再生粗骨材を 100%使用

3. 試験結果と考察

(1) 圧縮強度

圧縮強度とアスファルト量の関係を図-1 に、圧縮強度比と骨材置換率の関係を図-2 に示す。ここで、圧縮強度比はそれぞれの圧縮強度を骨材置換率 0%の圧縮強度で除した値である。図-1 から、アスファルト量が増加するに伴って強度は低下する傾向にあるが、同一アスファルト量であっても置換する骨材により強度の低下率が異なり、細骨材置換の方が低下率は大きくなった。図-2 の骨材置換率との関係では、粗骨材、細骨材どちらに関しても同様な強度低下で表される。また、強度低下は直線的ではなく置換率 50%程度で一定となった。圧縮強度は骨材置換により最大で約 30%の強度低下を示した。強度の低下原因として、圧縮応力を受けた際にアスファルト部分が容易に変形し、ペースト部分に作用する圧縮応力が増す応力集中によるものと考えられる。

(2) 割裂引張強度

割裂引張強度比と置換率の関係を図-3 に示す。粗骨材を置換した方が大きい強度低下を示し、図-2 に示した圧縮応力比と同様に、置換率 50%から強度低下は一定となった。この理由として、割裂引張強度試験では鉛直方向に圧縮応力が作用することから上述した圧縮強度の低下と同様にペースト部分への応力集中が原因したものと考えられる。ただし、圧縮強度と割裂引張強度の関係は普通コンクリートと同じ強度式でほぼ表現できることがわかっている。しかし、割裂引張強度については多少ばらつきが見られたので実験を再度行い確認する必要がある。

(3) 曲げ強度

曲げ強度比と骨材置換率の関係を図-4 に示す。骨材置換率を増加させても曲げ強度の低下はあまり見られない。圧縮強度、割裂引張強度に対して低下があまり見られないことから骨材に付着しているアスファルトとペーストとの付着は、普通コンクリートに比べて同等またはそれ以上であると推察される。また、図-5 からピーク応力時の上下縁ひずみは普通コンクリートに比べてかなり大きくなる。また、引張ひずみは圧縮ひずみに比べてかなり大きな値になる。曲げ強度の発現メカニズムについては、界面部分の付着強度を含めて今後明らかにしていく必要がある。

4. まとめ

圧縮強度、割裂引張強度は骨材置換率 50%までは置換率が増加するに伴って強度低下が著しいが、50%以上になると低下はほぼ一定値となる。また、同一アスファルト量であっても置換する骨材により強度の低下率は異なる。曲げ強度においては、骨材置換率が増加しても普通コンクリートと同レベルの強度を確保できる。

参考文献

- 1) 日本政策投資銀行：都市再生と資源リサイクル-資源循環型社会の形成に向けて-、調査、第33号、2002。
- 2) 東山ら：アスファルト舗装発生材からリサイクルした骨材を用いたコンクリートの強度特性、第62回土木学会年次学術講演会、2007.9。
- 3) 佐野ら：排水性舗装発生材のリサイクルと骨材特性、舗装 41-10, pp.12-16, 2006。

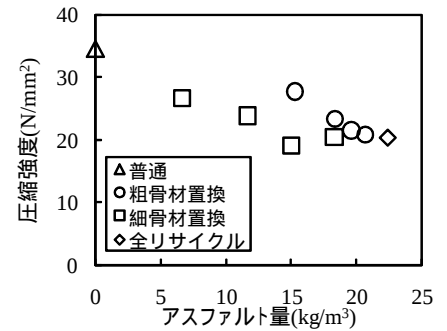


図-1 圧縮強度-As 量の関係

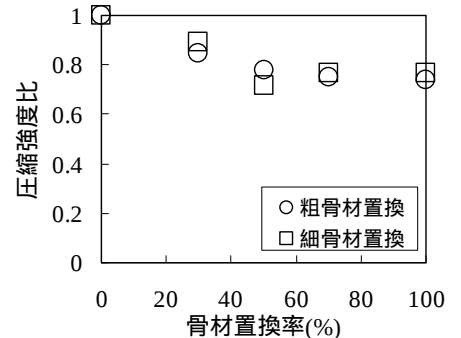


図-2 圧縮強度比-置換率の関係

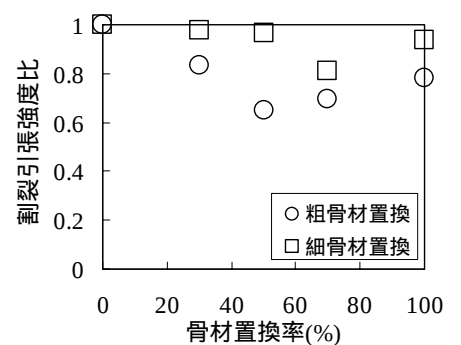


図-3 割裂引張強度比-置換率の関係

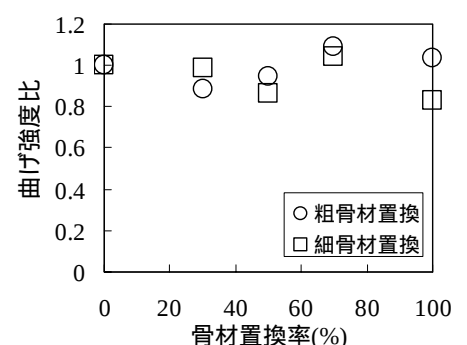


図-4 曲げ強度比-置換率の関係

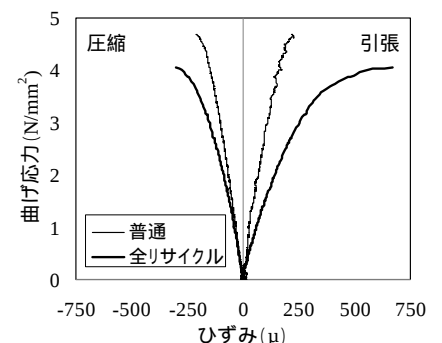


図-5 曲げ応力-ひずみの関係