

フライアッシュを用いた石灰石ポーラスコンクリート舗装の曲げ疲労・凍結融解試験

山口大学大学院 学生会員 ○西原圭美

山口大学大学院 正会員 吉武 勇

中国電力 正会員 佃 勝二

中国電力 非会員 松尾 暢

1. はじめに

分級の際に製造されるコンクリート用石灰石骨材は 1505(5~15mm)程度と比較的小さい粒径のものが多く、平坦性が要求されるポーラスコンクリート舗装に適していると考えられる。また、石灰石は他の骨材と比較し線膨張係数が小さいことから道路舗装に適用する場合、目地間隔を広くすることもでき車両の走行性向上が期待される。ポーラスコンクリート舗装は一般的な舗装と比べ空隙が多く排水性や吸音性等の機能を有していることから、ハイドロプレーニング現象や水はね、自動車の走行音の低減などが期待される。本研究では、石灰石骨材とフライアッシュ(以後 FA と表記)を用いたポーラスコンクリート舗装に着目し、曲げ疲労特性および耐凍害性について検討した。

2. 使用材料

本研究では普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm³, 比表面積 3340cm²/g)と JIS A 6201 の II 種の FA(密度 2.22g/cm³, 比表面積 3530cm²/g)を用いた。粗骨材は石灰碎石(密度 2.72g/cm³, 吸水率 0.53%)と硬質砂岩碎石(密度 2.71g/cm³, 吸水率 0.68%), 細骨材は石灰砕砂(密度 2.62g/cm³, 吸水率 2.40%)と海砂(密度 2.60g/cm³, 吸水率 1.18%)を用いた。

3. 曲げ疲労試験

3.1 試験方法

コンクリート配合を表-1 中の上段に示す。試験は JIS A 1106 により規定された 150×150×530mm の供試体を作製し、小型疲労試験機を用い周波数 4Hz の正弦曲線変化とし载荷回数は 200 万回を上限とした。一般的に密実なコンクリートは湿潤環境下においては繰り返し载荷により間隙水圧が上昇し曲げ疲労耐久性が劣ることが知られている。そこで本研究では、乾燥・湿潤環境下における曲げ疲労耐久性の変化が小さいと期待されるポーラスコンクリートで試験を行い、乾燥・湿潤における 200 万回疲労強度の変化を、乾燥状態を基準に変化率として算出することにより密実なコンクリートと比較した。

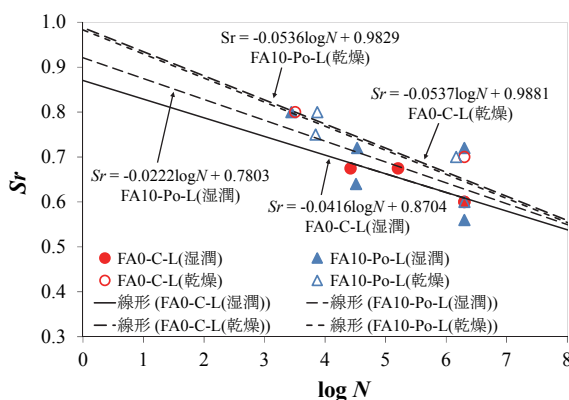
3.2 結果と考察

基準配合である石灰石を用いた FA ポーラスコンクリート(FA10-Po-L)および密実なコンクリート(FA0-C-L)の乾燥および湿潤状態の $S-N$ 曲線を図-1 に示す。200 万回疲労強度を比較すると、FA10-Po-L の乾燥状態では $S_r=0.65$, 湿潤状態では $S_r=0.63$ であり、3%減少していた。一方、FA0-C-L の乾燥状態では $S_r=0.65$, 湿潤状態では $S_r=0.61$ であり、7%減少していた。これらのことから、FA10-Po-L は FA0-C-L と比較すると乾燥・湿潤環境下における曲げ疲労耐久性の減少は小さい。また、乾燥状態における両配合の近似直線は同様の傾向を示したことから同等の疲労耐久性を有している。

4. 凍結融解試験

4.1 試験方法

コンクリート配合は表-1 中の下段に示したものである。供試体の寸法は 100×100×400mm とし、凍結融解試験に先立ち 24 時

図-1 $S-N$ 曲線

キーワード ポーラスコンクリート, 曲げ疲労, 凍結融解

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 TEL 0836-85-9306

表-1 コンクリート配合

試験	記号	単位量 (kg/m ³)									
		FA/cm	FA/s	w/cm	W	C	FA	S	G	SP	AE
曲げ疲労	FA0-Po-L	0.00	0.00	0.20	77	386	0	174	1520	2.31	0.00
	FA10-Po-L	0.00	0.10	0.20	77	386	15	157	1520	2.89	0.00
	FA0-Po-N	0.00	0.00	0.20	77	386	0	173	1509	1.93	0.00
	FA0-C-L	0.00	0.00	0.40	135	338	0	744	1157	1.94	0.04
凍結融解	0FA0-Po-L	0.00	0.00	0.20	77	386	0	174	1520	2.31	0.00
	0FA10-Po-L	0.00	0.10	0.20	77	386	15	157	1520	2.89	0.00
	0FA0-Po-N	0.00	0.00	0.20	77	386	0	173	1509	1.93	0.00
	40FA0-C-L	0.40	0.00	0.40	135	202	136	725	1138	2.20	0.77
	0FA0-C-N	0.00	0.00	0.40	135	338	0	738	1150	1.69	0.01

間水中に浸漬させた。

試験は多機能型凍結融解試験機を使用し、気中凍結気中融解の繰り返しによって試験を実施した。1 サイクルの所要時間は冷却時間を 150 分、融解時間を 60 分とし、温度は -20°C ～ 10°C に設定した。サイクル数は 0, 50, 100, 150 サイクルとし、各サイクル終了後に質量測定、曲げ強度試験を行った。

4.2 結果と考察

凍結融解試験に伴う質量変化率を図-2 に示す。150 サイクル終了後において全 5 配合に大きな質量損傷はみられなかった。0FA10-Po-L が 150 サイクル時点で大きく減少しているが、これは質量測定を行った 3 体のうち 1 体の端部が破損していたためである。該当供試体の一部分にモルタルの接着不良が生じ、ポップアウトによる剥離に繋がったことが原因として推察される。

次に凍結融解試験に伴う曲げ強度および曲げ強度変化率を図-3 に示す。曲げ強度変化率の密実なコンクリートの 2 配合において 150 サイクル時では同程度の曲げ強度を有していることから、有意な特性の差異はない。一方、ポーラスコンクリートに着目すると硬質砂岩碎石を用いた配合より石灰石を用いた配合の変化率は大きい。これは、写真-1 に示すように硬質砂岩碎石より石灰石の破砕値が大きいことから、凍結融解作用で骨材自体にひび割れが生じたことも原因のひとつと考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた主な結論を以下に要約する。

- ・ 石灰石を用いた FA ポーラスコンクリートは密実なコンクリートと比較すると、乾燥・湿潤状態における曲げ疲労耐久性の差異は小さい。
- ・ 凍結融解作用を受けるとき、硬質砂岩碎石を用いたポーラスコンクリートより石灰石を用いたポーラスコンクリートが曲げ強度の低下が大きかった。

謝辞：本研究を遂行するにあたり元山口大学大学院 荒野浩輝氏（現 西日本高速道路株式会社）に協力頂いた。ここに謝意を表します。

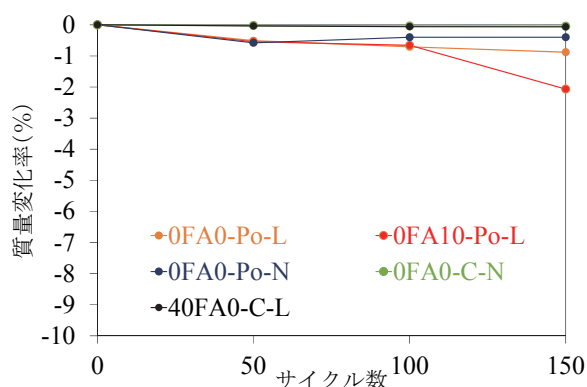


図-2 凍結融解に伴う質量変化

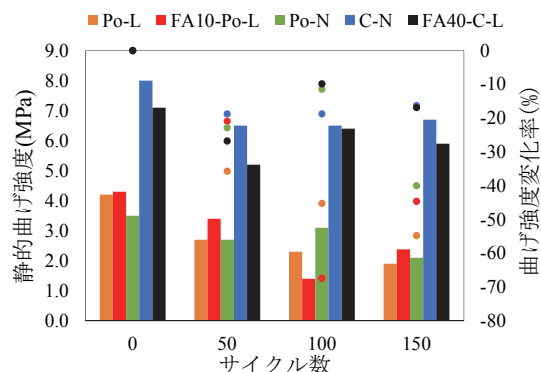


図-3 凍結融解に伴う曲げ強度の変化



写真-1 凍結融解作用による石灰石のひび割れ