

奥田式すりへり試験によるポーラスコンクリートの剥脱耐性評価

ポーラスコンクリート 耐摩耗性
奥田式すりへり試験 剥脱耐性
舗装

正会員 ○中川 武志^{*1}
同 黒田 萌^{*2}
同 犬飼 利嗣^{*3}
同 山本 晃^{*4}
同 三島 直生^{*5}
同 畑中 重光^{*6}

1. はじめに

透水性舗装によるヒートアイランド現象の緩和や植生可能な護岸工法など、ポーラスコンクリートの環境保全に対する機能が期待されている。しかし、現状ではポーラスコンクリートの適用を進めるために不可欠な、強度および耐久性^{1), 2)}に関するデータの蓄積が不十分であり、研究成果が強く求められている。

ポーラスコンクリートは路盤や護岸の表層材料としての利用が一般的であることから、経年または劣化に伴う骨材の剥落・剥脱が発生することが懸念されており、また、ポーラスコンクリートは打設方法および締固めの程度によって空隙および結合材の分布が変動しやすいことから、実用に際しては、それらに対する抵抗性³⁾の評価が必要である。

以上より、本研究では、ポーラスコンクリートの剥脱(摩耗)耐性に注目し、その基礎的な物性を把握するとともに、最終的には現場でも可能なポーラスコンクリートの剥脱耐性試験方法の提案を行うことをめざして研究を進めている。

2. ポーラスコンクリートの剥脱耐性

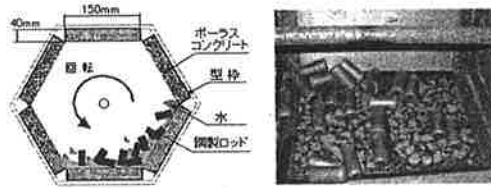
本報告では、ポーラスコンクリートの剥脱とは、外部からの物理的な力が加わった場合に、骨材および結合材のすりへり、剥落、飛散等を含めた表面損傷が生じることを意味し、剥脱耐性はそれに対する原形の保持能力として定義する。したがって剥脱耐性は、骨材のすりへり試験、ラベリング試験、カンタプローブ試験、などでは適切に評価しにくく、また普通コンクリートと同じ試験方法では評価しにくいと考えられる。そこで、本研究では、基礎的段階として既存の試験方法の中で比較的剥脱のイメージに近い外力が加えられる奥田式すりへり試験機によるすりへり試験を実施し普通コンクリートと同様なロッド数、回転数などの条件設定で評価可能かどうか、剥脱の定量的な評価が可能かどうかを確認し、剥脱耐性に関する基礎データを得ることを目的とする。

3. 実験概要

3.1 試験方法

奥田式すりへり試験機の概要を図-1に示す。本試験機では、供試体を六角柱型に取り付け、その中に鋼製ロッド(φ19×40mm)を21個入れた状態で回転させ、供試体内面に対してロッドの衝撃力を加える。

すりへり試験では、30分毎に供試体を試験機から取り外して洗浄し、すりへり量を測定した。回転数は90rpm、流水は20ℓ/minの条件とした。



(a) 断面図 (b) 試験体とロッド
図-1 奥田式すりへり試験機

3.2 供試体

2種類のポーラスコンクリートおよび普通コンクリートの供試体を製作した。表-1に今回使用したコンクリートの調(配)合条件を示す。

ポーラスコンクリートには単粒度砕石を用い、その最大寸法は供試体寸法(長150×幅150×厚40mm)から妥当と考えられる20mm(5号砕石)とした。供試体は、ペースト先練りとし、フロー値を調整してから粗骨材を加えて製作した。締固めには表面振動機を用い、打設後の供試体は28日間水中養生を行った。すりへり試験用供試体の底面および側面は鋼板(厚さ1mm)の型枠面となっている。

表-2に供試体に関する諸元を示す。すりへり試験の供試体と同じ調(配)合条件で圧縮強度試験用供試体も製作し、圧縮強度を測定した。

表-1 コンクリートの調(配)合

仕 様	目標空隙率	水/セメント比	減水剤 SP/C	単 位 量 (kg/m ³)				
				水	セメント	砕石5号 13-20mm	砕石6号 5-13mm	細骨材
POC 5号砕石	15%	28%	0.80%	132	470	1528	0	0
POC 6号砕石	15%	#	0.80%	132	470	0	1528	0
普通コンクリート		60%	0.05%	180	300	G 1050		S 700

[注] POC: ポーラスコンクリート, G: 粗骨材, S: 細骨材

表-2 供試体の諸元

種 別	供 試 体 名	寸 法 (mm)	平均空隙率 (%)	平均かさ密度 (g/cm ³)	平均強度 N/mm ² ※
すりへり試験用	POC 5号砕石	150×150×40	20.2	1.90	—
	POC 6号砕石	150×150×40	14.5	2.02	—
	普通コンクリート	150×150×40	—	2.41	—
圧縮試験用	POC 5号砕石	φ100×182.9~190.1	24.9	1.86	17.0 (16.9)
	POC 6号砕石	φ100×179.0~182.6	15.3	2.50	24.8 (24.4)
	普通コンクリート	φ100×198.3~199.0	—	2.38	30.0 (30.0)

※ JIS A 1107による普通コンクリートのコア強度の補正係数を使用して求めた値を参考値として()内に示す。

Exfoliation Damage Characteristics of Porous Concrete by Okuda-type Wearing Test

NAKAGAWA Takeshi, KURODA Moe,
INUKAI Toshitsugu, YAMAMOTO Akira,
MISHIMA Naoki, HATANAKA Shigemitsu

4. 試験結果および考察

4.1 すりへり試験結果

3種の供試体についてすりへり試験を最長270分まで実施し、供試体各2個についてのすりへり量を求めた。このすりへり量から次の式を使用して求めたすりへり係数と時間との関係を図-2に示す。なお、ここでは普通コンクリートの算定式(1)を準用することとした。

$$A_s = V / A \quad (1)$$

ここに、 A_s : すりへり係数 (cm^3/cm^2)、 V : すりへり体積 (cm^3)、 W : すりへり減量 (g)、 W_1 : 試験前の試験体質量 (g)、 W_2 : すりへり後の試験体質量 (g)、 D : 試験体のかさ密度 (g/cm^3)、 A : すりへりを受けた面積 (cm^2)、 $A=180\text{cm}^2$

図-3に試験終了後の供試体の状況を示す。今回の試験では、鋼板型枠にロッドの衝撃が加わり、型枠の変形と振動によって型枠周辺付近の骨材の剥脱が観察された。すりへり量およびそのばらつきに影響していると考えられる。

図-4に、圧縮強度とすりへり係数の関係を示す。この結果は180分までの試験結果を含めたものである。5号砕石による供試体のばらつきが大きい、圧縮強度とすりへり係数の間に明瞭な相関関係が見られない。同様に空隙率とすりへり係数との関係を図-5示す。空隙率が大きい場合にすりへり係数が大きくなる傾向も見られるが、20%程度以下では普通コンクリートと差がないと考えられる。

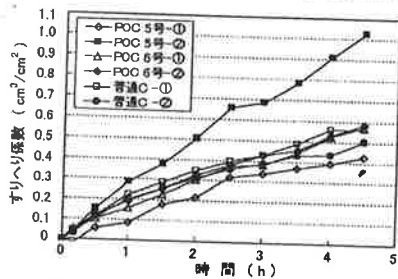


図-2 すりへり係数と時間との関係

4.2 奥田式すりへり試験結果に対する考察

図-3に示した試験後の供試体に見られる特徴は、すりへりが支配的なことである。骨材には摩擦による傷が見られ、骨材の硬さに起因する滑らかな凹凸が形成されている。今回のような高強度結合材を用いたポーラスコンクリートでは、奥田式試験機に用いたロッド程度の衝撃には十分耐え得ることを示唆している。

また図-2の傾向からは、むしろポーラスコンクリートは普通コンクリートよりも剥脱耐性に優れている可能性が見てとれる。これは、普通コンクリートではモルタル部分が衝撃に弱く、磨耗しやすいためと考えられる。

次に、圧縮強度および空隙率とすりへり係数の間に明瞭な相関関係が見られないことについては、粗骨材の硬さが支配因子となっていることが考えられ、結合材の強度および空隙率がある程度の範

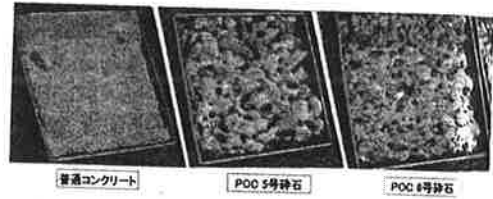


図-3 すりへり試験(270分後)の供試体状況

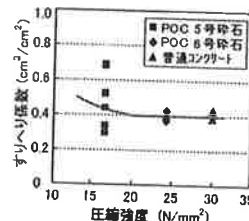


図-4 圧縮強度とすりへり係数の関係

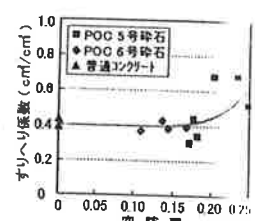


図-5 空隙率とすりへり係数の関係

囲内であれば、圧縮強度および空隙率の影響度は小さいと考えられる。逆にいえば、ポーラスコンクリートの剥脱を抑えるためには、とくに結合材の強度¹⁾が重要といえる。

5. まとめ

本実験の結果から、以下の知見が得られた。

- 1) ポーラスコンクリートの剥脱耐性は、奥田式すりへり試験により、ある程度の評価が可能である。
- 2) 結合材強度の高いポーラスコンクリートは、普通コンクリートに比べて、すりへり係数が小さく、剥脱耐性に優れる可能性がある。

今後、型枠の影響(供試体周辺部の骨材の剥脱)を低減するため、試験装置の改良を行い、各種のポーラスコンクリートについて剥脱耐性を明らかにしたい。

謝辞

試験を実施するにあたり東海コンクリート工業(株)技術部のご助力を得た。付記して謝意を表す。

参考文献

- 1) (社)セメント協会, 舗装用ポーラスコンクリート共通試験結果報告, 舗装技術専門委員会報告, 1999
- 2) 吉田宗久, 玉井元治: ポーラスコンクリートの耐久性に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.1, pp.1185-1190, 2002
- 3) 藤崎隆一郎, 堀口敬, 佐伯昇: ポーラスコンクリートの耐摩耗性の評価試験方法, ポーラスコンクリートの設計・施工法と最近の適用例に関するシンポジウム論文集, 日本コンクリート工学協会, pp.143-150, 2003
- 4) 湯浅幸久, 畑中重光, 三島直生, 村尾健: ポーラスコンクリートの圧縮強度に及ぼす結合材強度の影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.26, No.1, pp.1425-1430, 2004

*1 三重大学工学研究科博士前期課程 大学院生

*2 三重大学工学研究科博士前期課程 大学院生

*3 東海コンクリート工業(株)技術部 係長・工修

*4 三重大学工学研究科博士前期課程 大学院生

*5 三重大学工学部建築学科 助手・博士(工学)

*6 三重大学工学部建築学科 教授・工博

Graduate Student, Graduate Course of Eng., Mie Univ.,

Graduate Student, Graduate Course of Eng., Mie Univ.,

Chief, Tokai Concrete Industries Co., Ltd., Technical Department, M.F.I.

Graduate Student, Graduate Course of Eng., Mie Univ.,

Research Assoc. Dept. of Arch., Fac. of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.

Prof. Dept. of Arch., Faculty of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.