

ポーラスコンクリートの剥脱耐性評価に関する研究  
その2. 改良型奥田式すりへり試験機による実験結果

Study on Evaluation of Exfoliation Damage Characteristics for Porous Concrete  
Part 2: Experimental Result by Improved Okuda-type Wearing Test

1. 材料施工-4.特殊なコンクリート  
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\*<sup>1</sup> NAKAGAWA Takeshi  
同 黒田 萌\*<sup>2</sup> KURODA Moe  
同 犬飼 利嗣\*<sup>3</sup> INUKAI Toshitsugu  
同 三島 直生\*<sup>4</sup> MISHIMA Naoki  
同 畑中 重光\*<sup>5</sup> HATANAKA Shigemitsu

1. はじめに

本報告(その2)では、ポーラスコンクリートの剥脱耐性評価を目的とし、前報(その1)で提案した改良型奥田式すりへり試験機(図-1)を用いた実験の結果について報告する。

2. 試験結果

2.1 供試体諸元の測定結果

供試体製作・養生後、各供試体の空隙率、かさ密度、等の諸元を求めた。また、すりへり試験の供試体と同じ調合条件で圧縮強度試験用供試体も製作し、同様に諸元を求めるとともに材齢28日における圧縮強度を測定した。表-1にこれらの結果を示す。

図-2は、供試体の空隙率と圧縮強度の関係を示す。圧縮強度は、空隙率にほぼ反比例して小さくなる傾向が見られる。また、目標結合材強度が高い供試体では同一空隙率において圧縮強度が高くなることを確認できる。

図-3は、結合材強度と圧縮強度(いずれも平均値)の関係を示す。結合材強度が大きくなると供試体の圧縮強度が大きくなること、同じ結合材強度では空隙率が大きくなると圧縮強度が小さくなること、また5号~7号砕石の範囲では骨材粒径が小さい場合に圧縮強度が大きくなることからわかる。今回使用した供試体専用締

固め機は、製作時に安定で良好な仕上がりが確認できたとともに製作時間の短縮効果が大きかった。図-2の結果からも、ばらつきが小さく、締固めの安定が良好な結果をもたらしていることが推察できる。

2.2 すりへり試験結果

11種の供試体について剥脱耐性試験を150分まで実施し、同一種類供試体各2個についてのすりへり量(剥脱量)を計測した。このすりへり量と時間との関係の

表-1 供試体の諸元

仕様	目標値		測定結果			
	空隙率 %	結合材強度 N/mm <sup>2</sup>	空隙率 %	かさ密度 g/cm <sup>3</sup>	圧縮強度 (平均値) N/mm <sup>2</sup>	結合材強度 (平均値) N/mm <sup>2</sup>
POC-5	20	90	26.2	1.864	13.3	115.2
POC-6	20	130	24.7	1.915	19.9	141.2
	25	90	30.1	1.786	12.4	115.2
	20	90	24.6	1.893	16.4	
	15	90	17.7	1.998	19.9	
	20	40	29.1	1.791	8.0	40.7
POC-7	20	90	18.7	1.970	19.3	115.2
普通CON	2.9	60	2.3	2.367	37.2	-

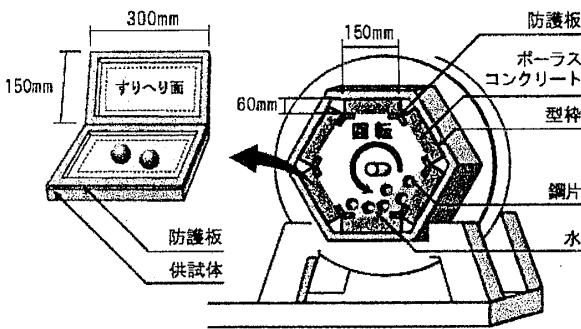


図-1 改良を加えた奥田式すりへり試験機

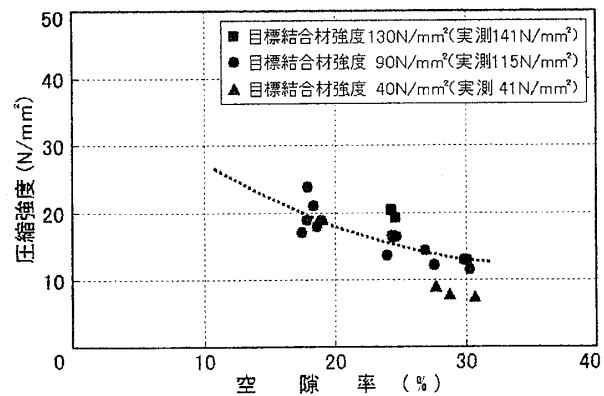


図-2 円柱供試体との空隙率と圧縮強度との関係

\*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 三重大学工学部建築学科 助手・博士(工学)  
\*5 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.Eng.  
Research Assoc. Dept. of Arch., Fac. of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.  
Prof. Dept. of Arch., Faculty of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.

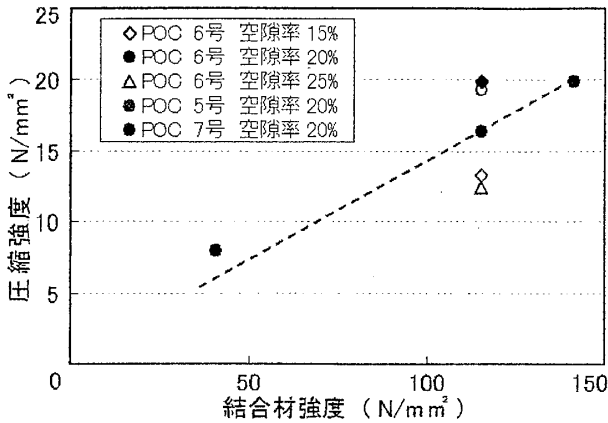


図-3 結合材強度と圧縮強度との関係

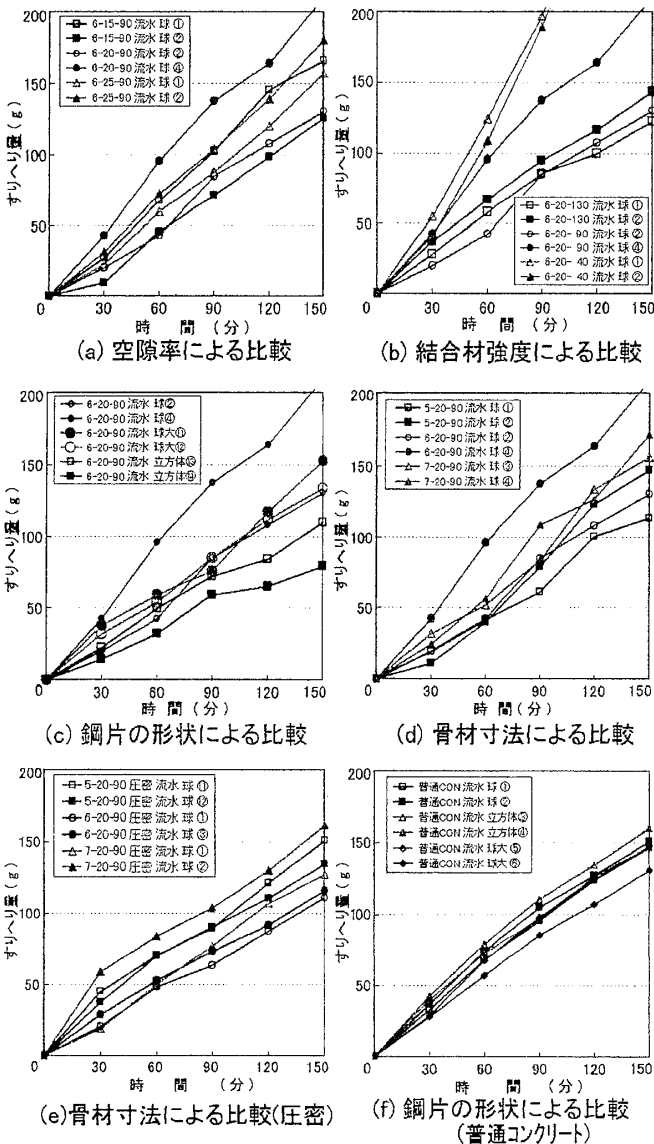


図-4 すりへり係数と時間との関係

例を図-4に示す。累積のすりへり量は時間経過に伴い、ほぼ一定の比率で増加していくことがわかる。なお、乾燥条件下の結果については気中重量の差からすりへり量を求め、流水条件下の結果については測定した水中重量の差によるすりへり量の値を気中重量に換算している。

図-5に、試験後の供試体表面の状況を示す。今回設置した型枠部の防護板の効果で周辺の局所的な剥脱はなく、供試体の試験面はほぼ均一に剥脱・すりへりが進行していた。

また、すりへり係数は前報(その1)の式(1)により求めた。すりへり面積は試験後の供試体の実測結果から求めた。

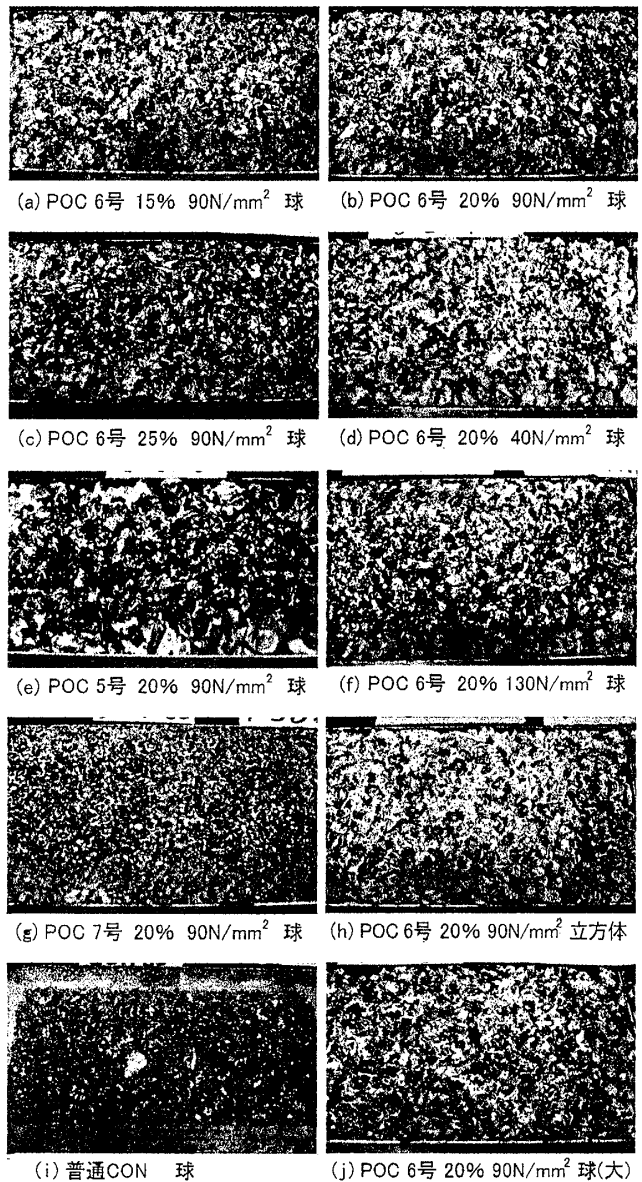


図-5 試験後の供試体の状況 (いずれも流水条件)

2.3 各種条件のすりへりに対する影響

図-6から図-12に、各種要因とすりへり速度の関係を示す。すりへり速度は、複数の同種供試体の平均値で示している。

図-6は、空隙率とすりへり速度の関係を示す空隙率が大きくなるほどすりへり速度が大きくなると予測されたが、図では空隙率との相関があまりない結果となった。

図-7は結合材強度とすりへり速度の関係を示す。結合材強度が大きくなると、すりへり速度は小さくなる。

図-8は圧縮強度とすりへり速度との関係を示す。圧縮強度が15N/mm<sup>2</sup>程度以上になるとすりへり速

度が小さくなるとみられる。

図-9は骨材の代表寸法(骨材の中心粒径)とすりへり速度の関係を示す。鋼立方体では骨材代表寸法が大きくなるとすりへり速度が大きくなるようにも見えるが、顕著な差はみられない。

図-10は、鋼片の形状とすりへり速度の関係を示す。3種の形状の中では、鋼球(小、φ29mm)および鋼球大(φ45mm)が比較的すりへり速度が大きく、立方体では小さいが、(ポーラスコンクリートの調合などの)条件により若干異なる。普通コンクリートでは立方体の場合にすりへり速度が大きいので、立方体の角とポーラスコンクリートの空隙の相対関係にかかわりがある可能性が考えられる。

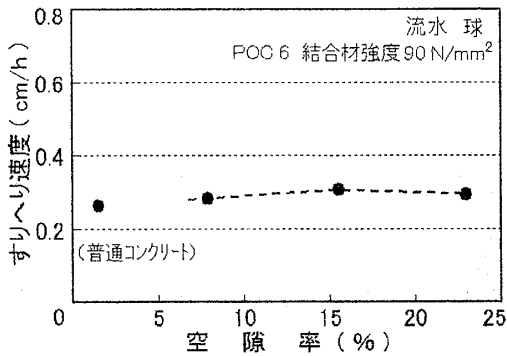


図-6 空隙率とすりへり速度の関係

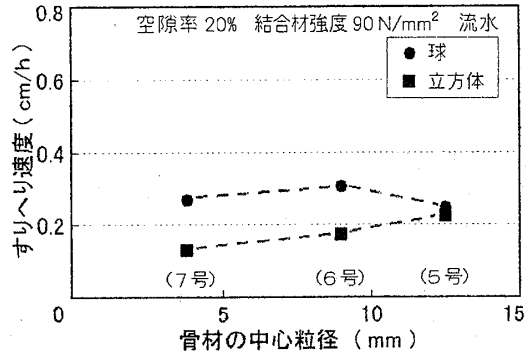


図-9 骨材寸法とすりへり速度の関係

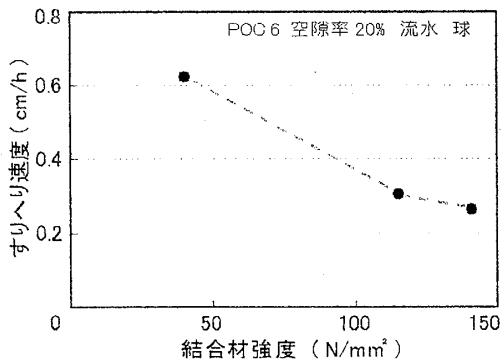


図-7 結合材強度とすりへり速度の関係

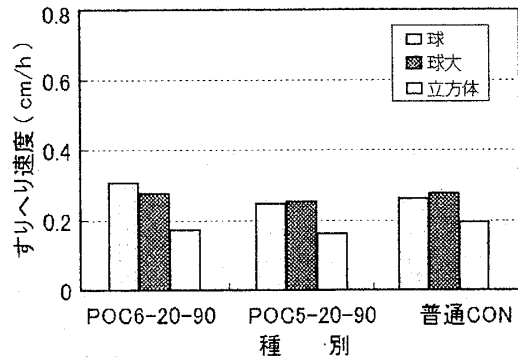


図-10 鋼片の形状とすりへり速度の関係

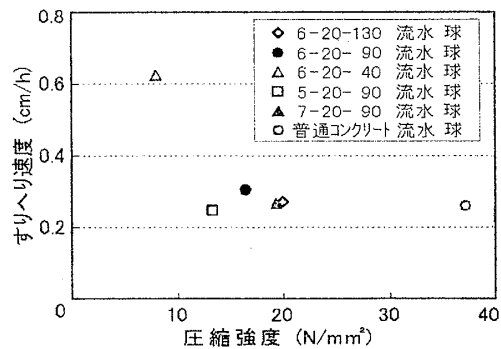


図-8 圧縮強度とすりへり速度の関係

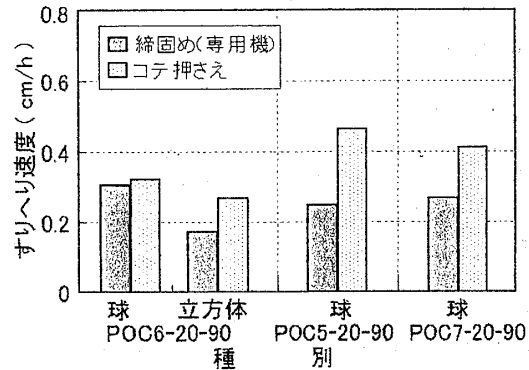


図-11 締固め方法によるすりへり速度の比較

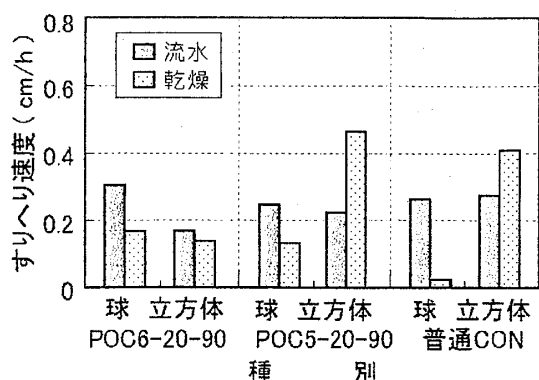


図-12 流水・乾燥条件によるすりへり速度の比較

図-11 は、締固め方法(高周波バイブレータによる専用締固め機および静的圧密・コテ仕上げ)によるすりへり速度の比較である。専用締固め機により製作した供試体は、空隙率はそれほど変わらないにもかかわらず、すりへり速度が小さい。

図-12 は、剥脱耐性試験中の流水ありの条件と乾燥条件におけるすりへり速度の比較を示す。流水のありなしは剥脱に対して比較的影響が大きいと見られる。必ずしも明確ではないが、乾燥条件では、対象によりすりへり速度が大きく変わりやすいため、流水条件では傾向が安定するようである。

### 3. 考察

図-5 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、結合材強度、骨材寸法、空隙率等の条件によらず、骨材の剥脱(剥落、飛散)は少ないと見られる。ポーラスコンクリートでは、 $40\text{N/m}^2$ 程度以上の結合材強度をもち、今回のように製作方法に十分注意して施工すれば、今回の鋼片程度の衝撃には十分耐え得ることを示唆している。この衝撃エネルギーを鋼片の位置エネルギーとして試算すると最大  $0.9\text{J}$ 程度となる。

鋼片形状の影響については、図-10 においては明瞭な傾向がみられないが、試験途中の観察において立方体では細かい剥脱痕もみられたため、さらに確認していく必要がある。

また図-6、図-8、図-9 などの傾向から、ポーラスコンクリートの剥脱耐性は普通コンクリートに対して明瞭な優劣がないことが見てとれる。

なお供試体によっては、経過時間とすりへり量の関係が上に凸の曲線状になる傾向が見られた。これは剥脱・すりへり深さが長手方向の中心線上で深く、(円弧状に)両側で浅くなる傾向と関係があると考えられる。このことから、あまり長時間の剥脱耐性試験は適切ではない可能性がある。

さらに、本報では割愛したが、今回製作した供試体の中で、養生後亀裂を生じた結合材ペーストの供試体があり、その剥脱耐性試験においては、亀裂付近で剥脱が集中した。普通コンクリートだけでなくポーラスコンクリートにおいても、亀裂があるとその付近に剥脱が発生しやすいということは十分考えられ、この点は今後の研究課題となる。

### 4. まとめ

本試験の結果から、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の試験方法改良により、実用的に評価できる可能性が大きい。
- 2) ポーラスコンクリートの剥脱(すりへり)速度が小さくなると考えられる条件として、結合材強度が大きいこと、圧縮強度がある程度以上大きいこと、などがあげられる。
- 3) ポーラスコンクリートの剥脱速度に対する鋼片の形状の影響は、鋼片の合計質量が同程度の場合、球(小)と球(大)とで大きな差がなく、立方体ではやや剥脱量が小さかった。
- 4) ある程度の結合材強度をもつポーラスコンクリートの剥脱耐性は、普通コンクリートと比較して同程度である。
- 5) ポーラスコンクリートの空隙率および骨材粒径(代表寸法)の剥脱に対する影響は小さいと考えられる。
- 6) ポーラスコンクリートの剥脱量は、静的なコテ仕上げの場合、振動締固めより大きくなる。ポーラスコンクリートの打設には適切な締固めが肝要である。
- 7) ポーラスコンクリートの剥脱耐性評価は、流水条件の方が乾燥条件よりも安定的な結果が得られるものと考えられる。

各種条件における剥脱耐性の傾向については、判断が微妙な部分も多く、今後も検討を進める予定である。

なお、コンクリート表面に亀裂がある場合、剥脱が発生しやすくなることが考えられ、現場における剥脱耐性の検討には注意する必要がある。亀裂ないし収縮ひび割れ、打継目等は現実には起こりうるので、こうした部分の剥脱耐性についても今後注目していきたい。さらに、ポーラスコンクリートの剥脱耐性試験のデータを蓄積するとともに現場評価方法の検討などを行いたいと考えている。

### 謝辞

実験を実施するにあたり東海コンクリート工業株式会社技術部のご協力を得た。付記して謝意を表す。