

## プレパックド工法による再生コンクリート部材の構造特性

## - その1 注入モルタルの流動性評価 -

日大生産工 (院) ○若林 和貴

日大生産工 師橋 憲貴

日大生産工 桜田 智之

1. はじめに 近年、コンクリートの原料となる骨材資源の再資源化により環境への負荷を低減した循環型社会への取組みとして再生コンクリートへの意識が高まっている。一方、コンクリートの打設方法には全てのコンクリート原料を一度に混合して流し込む普通打設法に対して、2段階に分けて打設する方法(以降プレパックド工法と称する)<sup>1)</sup>があることが知られている。この工法で作られたコンクリートはプレパックドコンクリートといい、主に水中のコンクリート構造物、橋脚などのマスコンクリート、ダムおよびトンネルなどの工事に伴う仮排水路の閉塞コンクリートなどといった土木工事で使用されている。プレパックドコンクリートの特徴は、コンクリートの体積中で粗骨材の占める割合が大きく、粗骨材が互いに接触しているため、普通コンクリートと比べて乾燥収縮がかなり小さいことが知られている<sup>2)</sup>。この特徴は再生コンクリート部材の弱点である乾燥収縮を抑制することに応用できると思われる。そこで、本研究ではプレパックド工法を用いた再生コンクリート部材の構造特性について検討を行う。その1ではまずプレパックド工法に用いるモルタルの流動性について評価を行った。

## 2. テストピースを用いた流動性評価

2.1 Pロート試験概要 図-1 に示すようにテストピースへのモルタルの注入は型枠内の最も低い位置から開始する。注入管は垂直状態

を保ちながら注入を進めて行く注入モルタル水平方式を適用した。この際、粗骨材の最小寸法が大きいほどモルタルの注入が容易とされているため、15mm以上にふるい分けした粗骨材を用いた。モルタルの流下時間は図-2に示すフローコーンを用いたPロート試験を行い、土木学会規準に定められる16~20秒<sup>3)</sup>を基準値として、流動性試験を行った。

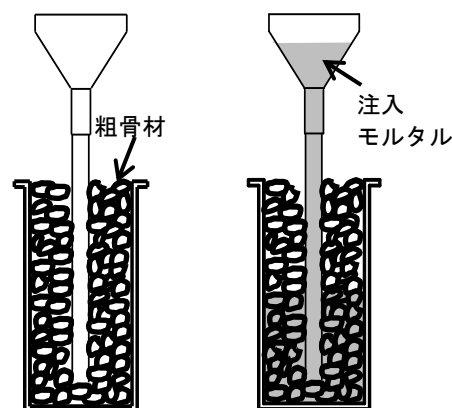


図-1 テストピースの打設方法

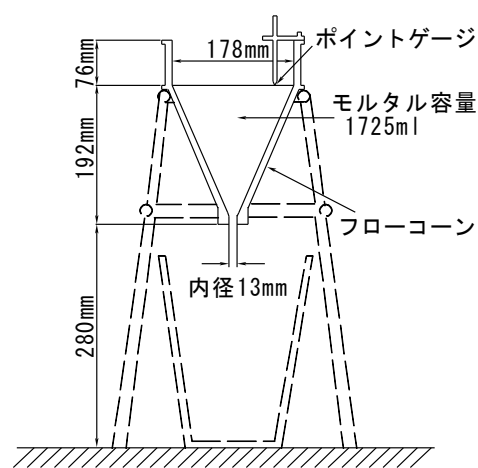


図-2 フローコーン

Structure Characteristic of Recycled Aggregate Concrete  
Using the Preplaced Aggregate Concrete Method  
-Part1 Fluid Evaluation of Grouting Mortar-

Kazuki WAKABAYASHI, Noritaka MOROHASHI and Tomoyuki SAKURADA

2.2 モルタルの調合 表-1 に骨材品質を示す。水セメント比は既往の再生コンクリートとの調合に合わせるため 63.5%とした。調合は温度 20℃の恒温室で行った。

2.3 混和剤の特性 プレパックド工法で用いるモルタルはブリーディングと材料分離の少ないものを使用することとなっている。そのため、本研究ではノンブリーディング・低粘性型高性能セメントグラウト・注入モルタル用混和剤(以降注入モルタル混和剤と称する)を用いることとした。図-3 に注入モルタル混和剤の使用量による P ロート試験の流下時間を示す。注入モルタル混和剤の使用量の増加に伴い粘性が増し、流下時間が遅くなった。また、天然細骨材 100%を使用した場合と天然細骨材 50%・再生細骨材 50%を使用した場合の差は見られなかった。写真-1 の a) はテストピースに注入モルタル混和剤を使用しなかったものを示し、b) はセメント単位量に対して注入モルタル混和剤を 1%使用したものを示す。a) は中心部にブリーディングを生じているのがわかる。一方、b) はコンクリートの出来上がり状態は良好であることがわかる。

2.4 細骨材がモルタルに及ぼす影響 図-4 に細骨材の使用量と細骨材の粒径が P ロート試験に及ぼす影響を示す。細骨材の使用量が増すと流下時間が遅くなる傾向を示した。細骨材の粒径による変化は S/C が 0, 0.5 のときは差が見られなかったが、1.0 以上のときは差が生じ、粒径の細かいものほど流下時間が遅くなる結果を示した。写真-2 はモルタルの充填が不十分な状態を示す。a) のテストピースは S/C が 1.0, 細骨材 1.2mm 以下のときを、b) のテストピースは S/C が 1.0, 細骨材 2.5mm 以下のときを示す。双方とも P ロートの流下時間は規定値内だが、細骨材の粒径が大きい場合にモルタルが詰り、充填が不十分になることがわかった。

表-1 骨材品質

| 骨材       | 絶乾密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 表乾密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 実積率<br>(%) | 吸水率<br>(%) |
|----------|------------------------------|------------------------------|------------|------------|
| 砕石       | 2.70                         | 2.73                         | 60.6       | 1.28       |
| 再生粗骨材(M) | 2.38                         | 2.49                         | 60.9       | 4.52       |
| 再生粗骨材(H) | 2.42                         | 2.45                         | 64.2       | 2.31       |
| 天然細骨材    | 2.54                         | 2.61                         | 65.0       | 2.65       |
| 再生細骨材(L) | 2.01                         | 2.24                         | 73.1       | 11.32      |

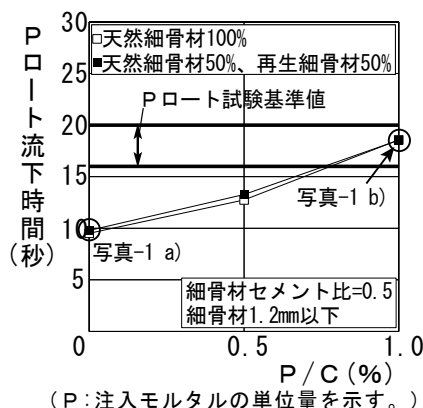


図-3 P ロート試験と P/C の関係  
(P: 注入モルタルの単位量を示す。)

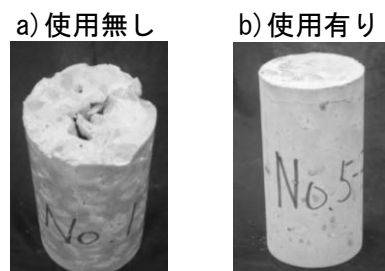


写真-1 モルタルの充填状況  
(注入モルタル混和剤の使用の有無)

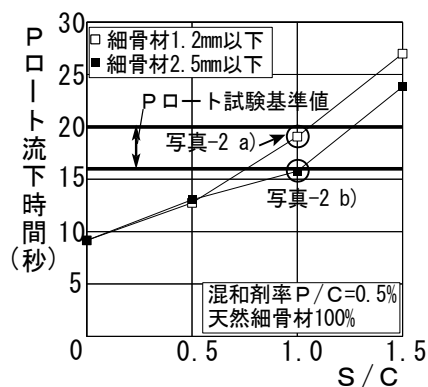


図-4 P ロート試験と S/C の関係

a) 粒径 1.2mm 以下 S/C=1.0 時      b) 粒径 2.5mm 以下 S/C=1.0 時

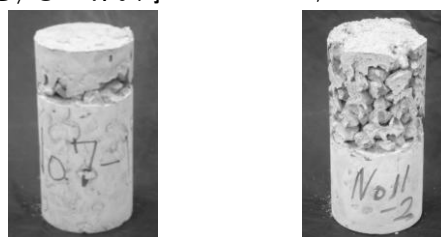


写真-2 モルタルの充填状況  
(細骨材の使用量、粒径の変化による影響)

### 3. 再生コンクリート部材への適用

#### 3.1 鋼製型枠を用いた流動性評価 鋼製型枠

を用いた流動性評価は実験棟で行ったが注入モルタル混和剤の効果が強く効きすぎた。これは室温と注入モルタルの作製量の影響と考えられる。そこでP/Cを0.5%に定めて打設を行うこととした。テストピースを用いた流動性評価により、Pロート試験の基準値を満たしかつ、満足に充填が行える流動性を持つモルタルの調合を決定し、表-2に示した。確実に打設を行えるよう、細骨材の粒径を1.2mm以下、S/Cを0.5に決定した。この調合の注入モルタルを用いて、図-5に示す $b \times h \times l = 300 \times 300 \times 600$  mmの鋼製型枠で流動性の確認を行った。その結果、表-2に示したモルタルは十分に充填が行えたため、この調合により梁試験体の作製を行った。

**3.2 梁試験体概要** 図-6に梁試験体の断面図を示す。また、図-7に試験体形状を示す。試験体は純曲げ区間の下端に長さ $30d_b$  ( $d_b$ :主筋の公称直径)の重ね継手を設けた単純梁形式とした。使用する型枠は、流動性が高いモルタルを使用するためコンクリートパネルを用いて、漏れないことを入念に確認した。鉄筋の下端には粗骨材が詰まるようにスペースを確保し、注入管、粗骨材の順に先詰めを行った。

**3.3 梁試験体の打設** 写真-3に梁試験体の打設状況を示す。注入管は60cm間隔で5カ所に設置し、モルタルを注入した。下方から徐々にモルタルが浸透し、梁上端に注入モルタルが浮き上がって来ることを確認した。全試験体とも注入モルタル混和剤の凝結速度を遅延させる効果により適度な流動性を保ち続け、モルタルが固まることなく梁全体に行き渡った。打設中は粗骨材同士の接触が離れるのを防ぐため大きな振動を与えないように注意した。また、バイブレータはかけなかった。

表-2 モルタルの調合

| シリーズ | 流下時間<br>(秒) | 注入モルタル                  |           |          |           |           |          |           |
|------|-------------|-------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
|      |             | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |           |          |           |           |          |           |
|      |             | 水<br>W                  | セメント<br>C | 粗骨材<br>G |           |           | 細骨材<br>S |           |
|      |             |                         |           | 天然       | 高品質<br>再生 | 中品質<br>再生 | 天然       | 低品質<br>再生 |
| PN   | 16.02       | 175                     | 275.6     | 650.1    | —         | —         | 137.8    | —         |
| PRM  | 16.02       | 175                     | 275.6     | 324.5    | —         | 321.1     | 137.8    | —         |
| PRMM | 18.40       | 175                     | 275.6     | 324.5    | —         | 321.1     | 68.9     | 68.9      |
| PQU  | 16.02       | 175                     | 275.6     | —        | 650.1     | —         | 137.8    | —         |
| PQM  | 16.02       | 175                     | 275.6     | 32.5     | 324.5     | —         | 137.8    | —         |

※細骨材は1.2mm以下にふるい分けしたものを使用。 W/C=63.5%  
※粗骨材は15mm～20mmの粗いものを使用。 S/C=0.5

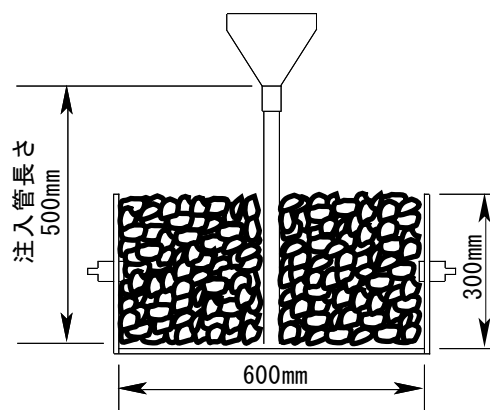


図-5 鋼製型枠 (300 × 300 × 600mm)

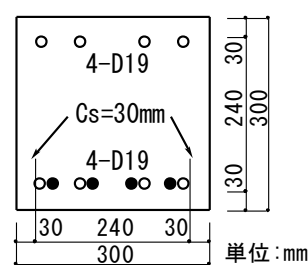


図-6 試験体断面

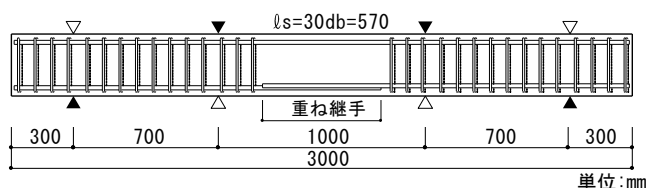


図-7 試験体形状



写真-3 梁試験体の打設状況

4. コア抜きによる梁試験体の物性調査 写真-4 にコア抜き前の梁試験体を, 写真-5 にコア抜き後の梁試験体を示す。写真-6 に梁試験体のコア抜き写真を示す。注入モルタルが十分充填されているのが確認できる。写真-7 に圧縮試験を行った後のコアの写真を示す。破壊ひび割れを見ると粗骨材と注入モルタルの境界部分で割れているのが確認できる。表-4 にコアを破壊した時の平均コンクリート強度を示す。

5. まとめ プレパックド工法に用いる注入モルタルの流動性について評価した結果, 本実験の範囲内で以下の知見が得られた。

- 1) 注入モルタル用混和剤を用いることによって, ブリーディングと材料分離を抑えながら流下時間が遅くなることが確認できた。
- 2) 細骨材は使用量(S/C)を適度な量に設定し, さらに, 粒径が細かいものを使用することで, 満足に充填できる注入モルタルが得られた。
- 3) 本実験の注入モルタルを用いることにより, ジャンカなどが発生することなく良好な梁試験体を作製することができた。

今後はプレパックド工法の特徴である乾燥収縮の抑制効果を活かして, 中品質再生コンクリートの弱点とされる乾燥収縮の改善を目指す。また, 本研究でのコンクリート強度は低い値となったため, 既往の普通打設法で作製した再生コンクリートと同程度のコンクリート強度を持つプレパックドコンクリート部材を作製し, 付着性状の検討を行っていきたい。

**謝辞** 本研究に際し, 葛西再生コンクリート工場と成友興業(株)城南島工場には再生骨材の手配とご提供をいただきました。また, 混和剤メーカーB社には注入モルタル混和剤のご提供と共に技術指導をいただきました。ここに記して深く感謝申し上げます。



写真-4 梁試験体



写真-5 コア抜き後の梁試験体

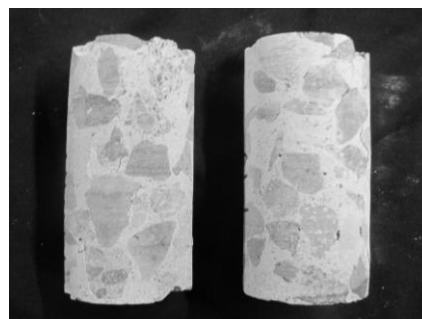


写真-6 φ100mmのコア(PQM)



写真-7 圧縮試験後のコア(PQM)

表-4 コアの平均コンクリート強度

| 試験体名                                   | PN   | PRM  | PRMM | PQU  | PQM  |
|----------------------------------------|------|------|------|------|------|
| コンクリート強度<br>$\sigma_{s\ core}(N/mm^2)$ | 11.0 | 11.1 | 7.7  | 12.2 | 10.4 |

#### 参考文献

- 1) 武川恵之助, 新見芳男: プレパックドコンクリート工法, 山海堂, pp. 1-34, 1973 年
- 2) 小谷一三, 大友忠典: 構造用コンクリートおよびマスコンクリートとしてのプレパックドコンクリート, コンクリートジャーナル, 技報堂, vol. 8, 1970 年 8 月, pp. 47-57
- 3) 土木学会規準「プレパックドコンクリートの注入モルタルの流動性試験方法(P ロートによる方法)」, JSCE-F521, pp. 206-207, 1999 年