

日本興業(株) 正会員 ○川崎喜裕  
 徳島大学工学部 正会員 渡辺 健  
 徳島大学工学部 正会員 橋本親典  
 日本興業(株) 正会員 山地功二

## 1. はじめに

ポンプ圧送性能として変形管を流動するコンクリートの圧送状態は、「フラッシュコンクリートの変形性評価試験方法」によって、平均ポンプ油圧  $P_{ave}$  (Mpa) が 0.20MPa かつ油圧の変動係数  $P_{var}$  (%) が 15% 以下であれば順調圧送であるとされている<sup>1)</sup>。しかし、フライアッシュⅣ種を混入したコンクリートの変形性に関する報告例は皆無に等しい。

本研究は、変形性評価試験方法を用い、普通コンクリートと比較して、フライアッシュⅣ種を細骨材容積の 10~20% 置換したコンクリートの変形抵抗性を定量的に評価し、普通コンクリートの順調圧送に関する平均ポンプ油圧と変動係数の判定基準がフライアッシュⅣ種を混入したコンクリートにおいて有効であるか実験的検討を行ったものである。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料

#### (1) セメント、骨材および混和剤

セメントは、普通ポルトランドセメント(密度  $3.16\text{g/cm}^3$ )、細骨材は、香川県小豆島産砕砂(密度  $2.61\text{g/cm}^3$ 、吸水率 0.81%、F.M.2.75)、粗骨材は、徳島県市場産砕石(最大寸法 20mm、密度  $2.58\text{g/cm}^3$ 、吸水率 1.70%、実績率 59.9%)を用いた。混和剤は、ポリカルボン酸系高性能減水剤および AE 助剤を使用した。

#### (2) フライアッシュⅣ種

細骨材の一部に代替使用したフライアッシュⅣ種(密度  $2.20\text{g/cm}^3$ 、比表面積  $1870\text{cm}^2/\text{g}$ 、強熱減量 1.1%、活性度指数 28day-74%、91day-86%)は、四国電力火力発電所産でフライアッシュⅠ種製造時に副産されたものを使用した。

### 2.2 コンクリートの配合

実験に使用した配合は、一般土木用コンクリート 2 次製品を対象とし、粗骨材の最大寸法 20mm、水セメント比 45% で一定とした。細骨材率を 38、42、44.1 および 46% の 4 種類に変更し、コンクリート中の粗骨材とモルタルの容積比  $V_g/V_m$  を変化させた。またフライアッシュⅣ種は全細骨材容積に対し、0、10、および 20% 置換使用し、所要スランプおよび空気量は高性能減水剤および AE 剤によって調整を行った。

### 2.3 試験方法

#### (1) フレッシュ性状に関する試験

フレッシュコンクリートのスランプと空気量は、スランプ試験(JIS A 1101)および空気量試験(JIS A 1128)に従い測定した。

#### (2) フレッシュコンクリートの変形性評価試験

フレッシュコンクリートの変形性評価試験方法に規定されているテーパ管を有する小型圧送試験装置(図-1)を用いて変形性評価試験を実施した。ピストンを引き込み、水平面から 9.2 度の仰角に設置し、シリンダ部およびテーパ管部にコンクリートを詰めた。コンクリートを圧送管に充

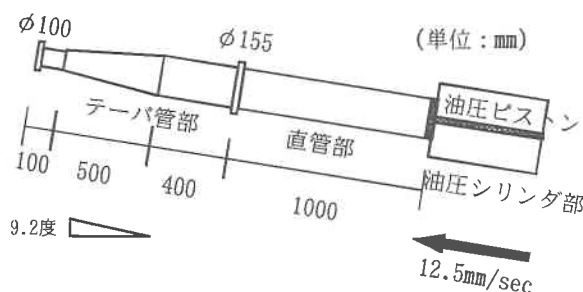


図-1 小型圧送試験装置

填した後、ピストンを 12.5mm/sec の速度で圧送し、圧送状態、平均ポンプ油圧  $P_{ave}$  (MPa) および油圧の変動係数  $P_{var}$  (%) を図-2 の式より求めた。ただし、図-2 に示されるように圧送開始後および終了前 10 秒間は、油圧が不安定なため削除することとする。圧送状態の判定は、ポンプ施工指針の判定基準に準じて行った。

なお本試験では、練り混ぜ直後にスランプ試験および空気量試験を行った後、圧送試験を実施した。その後経過時間に伴いスランプロスさせたコンクリートにおいて同様な圧送試験を行い、最終的にテーパ管内で閉塞が発生する時点まで繰り返し行った。

3. 結果と考察

3. 1 フライアッシュⅣ種無混入コンクリートの判定

図-3 より、フライアッシュⅣ種無混入状態における順調圧送の限界領域は、本試験では、平均ポンプ油圧 0.35MPa 以下かつ油圧の変動係数 20%以下が妥当であると判断される。これは施工指針の判定基準の平均ポンプ油圧 0.20MPa 以下かつ油圧の変動係数 15%以下よりも大きくなっている。理由として、細骨材に川砂および海砂を用いていたものが砕砂を用いるようになり変形管内を流動する際の管内圧力やその乱れが大きくなったことや、Ｏリングの劣化など装置自体の影響が考えられる。

3. 2 フライアッシュⅣ種混入コンクリートの判定

図-4 より本試験でのフライアッシュⅣ種混入コンクリートの順調圧送領域は、平均ポンプ油圧 0.45MPa 以下かつ油圧の変動係数 15%以下が妥当であると判断できる。したがって、フライアッシュⅣ種を混入することで粘性が向上しポンプ油圧は増加したが、ベアリング作用により流動性が向上しアーチングを抑制する。さらに変動係数は全体的に低い値を取り、普通コンクリートよりもポンプ圧送性が向上し、高い変形性を有する。

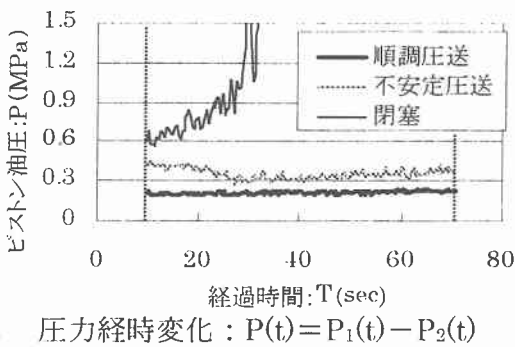
4. まとめ

本実験で得られた結果を以下に報告する。

- (1) 普通コンクリートの順調圧送領域として平均ポンプ油圧 0.35MPa 以下かつ油圧の変動係数 20%以下が妥当であると判断される。
- (2) フライアッシュⅣ種を混入したコンクリートの順調圧送領域として平均ポンプ油圧 0.45MPa 以下かつ油圧の変動係数 15%以下が妥当であると判断できる。
- (3) フライアッシュⅣ種を混入したコンクリートは閉塞を回避させ、高い変形性を有する。

5. 参考文献

1) 土木学会：コンクリートのポンプ施工指針（平成 12 年版）、コンクリートライブラリーNo.100、pp.135-142、2000.2



圧力経時変化： $P(t)=P_1(t)-P_2(t)$

$P_1(t)$ ：テーパ管ありの油圧

$P_2(t)$ ：テーパ管なしの油圧

図-2 ピストン油圧の経時変化の一例

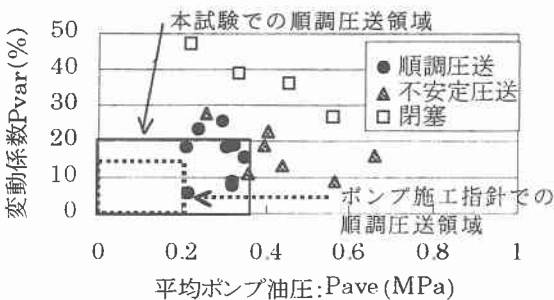


図-3 フライアッシュⅣ種無混入における平均ポンプ油圧と変動係数の関係

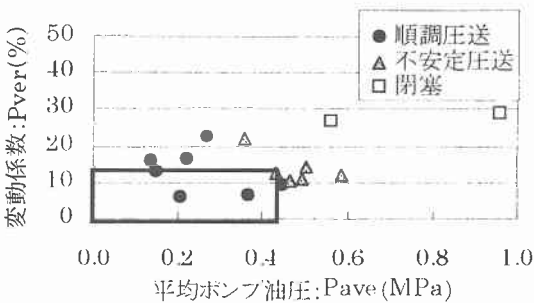


図-4 フライアッシュⅣ種を混入した後の平均ポンプ油圧と変動係数の関係