

R 1 障害が間隙通過性および表層品質へ与える影響に関する実験的検討

徳島大学大学院 学生会員 ○三木佑介 徳島大学大学院 正会員 橋本親典
 徳島大学大学院 正会員 渡辺 健 徳島大学大学院 正会員 石丸啓輔

1. 背景と目的

近年、混和剤やフライアッシュ(以後 FA とする)など混和材の多様化によって、スランプ試験によって流動性や材料分離抵抗性を間接的に評価することが難しくなっている。現場での簡易的な照査方法としてスランプ試験に代わり、動的なコンシステンシーを測る試験としてタンピング試験が提案されている。また耐震基準変更に伴い単位容積あたりの鉄筋重量が増加した近年では間隙通過性の評価が不可欠である。間隙通過性を評価する試験として加振ボックス充填試験が提案されている¹⁾。

本研究では加振ボックス充填試験で流動障害 R1 を用いて、細骨材率の違い及び混和材添加の有無がフレッシュコンクリートの変形性と間隙通過性をタンピング試験と加振ボックス充填試験を用いて評価・検討を行う。

また鉄筋通過後のかぶり部コンクリートの品質の評価を行う方法として、加振ボックス充填試験より流動障害を通過した後のコンクリートを採取し、硬化コンクリートを用いた品質評価の適用性について検討した。

表-1 配合表

| 配合表 | W/P (%) | s/a (%) | Air (%) | 単位量kg/m ³ | | | | 空気量 (%) | 温度 (°C) | 高性能AE減水剤** | AE剤* | |
|---------|---------|---------|---------|----------------------|-----|------|-----|---------|---------|------------|------|------|
| | | | | W | C | FA | S | | | | | G |
| N51.2 | 58.3 | 51.2 | 4.5 | 175 | 300 | 0 | 901 | 852.4 | 3.2 | 18 | 1.5 | 0.02 |
| FII51.2 | 62.1 | | | | 235 | 47 | | | 4 | 18.8 | 1.6 | 0.12 |
| FIV51.2 | 64.2 | | | | 227 | 45.4 | | | 6.5 | 20 | 2.5 | 0.08 |
| N43 | 58.3 | 43 | 4.5 | 175 | 300 | 0 | 757 | 996 | 4 | 20.3 | 1.5 | 0.04 |
| FII43 | 62.1 | | | | 235 | 47 | | | 4 | 20.2 | 1.7 | 0.48 |
| FIV43 | 62.4 | | | | 227 | 45.4 | | | 6 | 19.1 | 2 | 0.56 |

高性能AE減水剤**, およびAE剤*の単位量は、C×%を意味する。

2. 実験概要

2.1 配合

本研究に使用した配合を表-1に示す。配合の意号は、Nは普通コンクリートを表し、FIIはFAII種を混和した配合を示す。同様にFIVはFAIV種をセメント代替に体積の20%内割り置換した配合を示す。

2.2 実験方法

(1) タンピング試験

試験方法の概略を図-1に示す。細骨材として使用する砂を1cm程度の厚さで敷き均し、上にスランプ板を設置した後、JIS A 1101に従ってスランプ試験を行い、木製棒を50cmの高さからスランプ板の四隅を順次、指定する回数落下させる。指定するタンピング回数は8, 16, 24, 32回, ..., のように8回区切りとし、その際のスランプおよびスランプフローを計測する。スランプフローが350mmに到達した時点で試験を終了とする。

(2) 加振ボックス充填試験

間隙通過性を評価するため、図-2に示すボックス型容器および流動障害R1とE社製棒状バイブレータを用いて試験を行った。容器は、土木学会規準「高流動コンクリートの充填装置を用いた間隙通過性試験方法(案)(JSCE-F 511-2007)」のボックス型容器と同寸法である。試験方法は、A室にコンクリートを満たし、棒状バイブレータを挿入する。挿入深さは、棒状バイブレータの先端が容器下端から10cmの位置とし、加振すると同時にシャッターを開け、B室に高さ300mmになるまで充填を行う。その際、加振開始直後からB室の高さ190mm

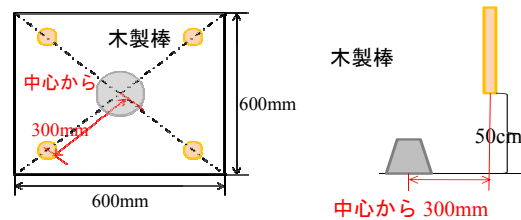


図-1 タンピング試験の概要図

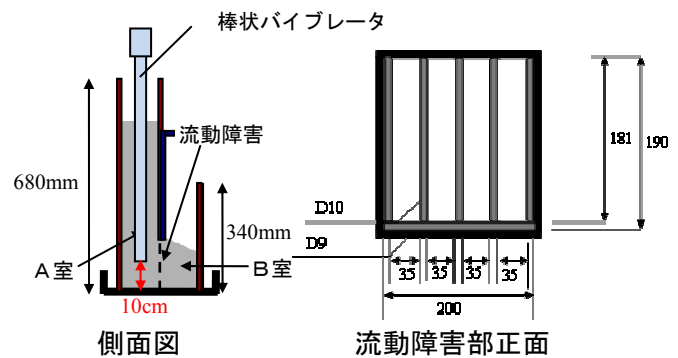


図-2 ボックス型試験装置および障害部分

と 300mm に充填するまでの時間を測定し、これをそれぞれ 190mm 充填時間、300mm 充填時間とする。また B 室より φ100×200mm の円柱供試体を上層、中層、下層に分け、各 1 本ずつ計 3 本を順次作製し、材齢 28 日の圧縮強度と見掛けの密度を求めた。

3. 間隙通過性および変形性に関する各種指標

3.1 間隙通過速度

速度を間隙通過速度 V_{PASS} と定義し、間隙通過性を評価することとした。間隙通過速度 V_{PASS} は 1 秒あたりの充填高さ (mm) を表わしたもので、式(1)で定義した。

$$V_{pass} = \frac{110mm(= 300mm - 190mm)}{300mm \text{ 充てん時間} - 190mm \text{ 充てん時間}} \dots (1)$$

3.2 変形係数

タンピング曲線からタンピング 1 回あたりのスランプおよびスランプフローの変形量 (mm) を、それぞれスランプ変形係数とスランプフロー変形係数と定義した。

4. 結果と考察

図-3 にスランプと V_{PASS} の関係を示す。細骨材率を増加させることで、 V_{PASS} が増加した。FA II 種を添加した配合では、s/a を 43% から 51% に増加させることによって、間隙通過性が他の配合と比べると大幅に向上した。

図-4 にスランプ変形係数とスランプフロー変形係数の関係を示す。コンクリートの種類に関係なく s/a が 43% のコンクリートの方が下方に分布する傾向が見られた。粗骨材量が少なくなることで変形性が向上した。FA II 種を添加したコンクリートは、2 つの変形係数ともにばらつきが小さい。

図-5 に各層における圧縮強度比と見掛けの密度比の関係を示す。上中下の層の位置に関係なく、強度比が大きいかほど見掛けの密度が大きくなった。上層はグラフの左下方に集中し、下層は右上方に集中した。中層が最も、グラフの中心部に集中した。洗い分析では明確に評価できなかった B 室での充填後の材料分離の程度が、硬化後の供試体の密度および圧縮強度性状によって明確に評価できた。また、材料分離によって見掛けの密度が 1.0 以下になるのに対して、圧縮強度は 1.0 以上であり、流動障害 R1 の間隙通過の履歴を受けても強度の低下は小さいことが明らかになった。

5. まとめ

- (1) フライアッシュ II 種を用いたコンクリートは、流動障害 R1 の間隙通過速度 V_{PASS} が大きい。
- (2) 細骨材率がタンピング試験のスランプフロー変形係数およびスランプ変形係数に与える影響は大きい。
- (3) 流動障害通過後のコンクリートの材料分離の程度の評価は、洗い分析試験によるモルタルと粗骨材の量的変化よりも硬化性状（見掛け密度と圧縮強度）の変化の方が適切である。
- (4) 流動障害 R1 の間隙通過の履歴を受けると、見掛け密度の分離は大きいですが、圧縮強度の低下は小さい。

参考文献 1) 土木学会 341 委員会編、コンクリートの施工性能の照査・検査システム研究小委員会(341 委員会)委員会報告書、土木学会コンクリート技術シリーズ 94, 2011.4

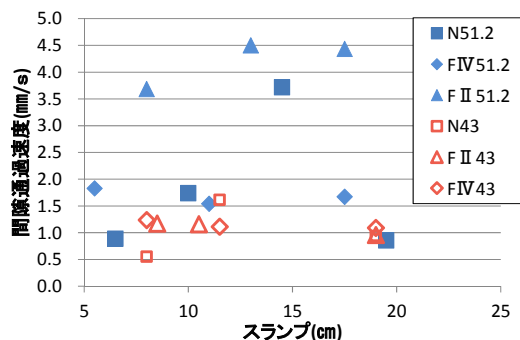


図-3 スランプが間隙通過性に与える影響

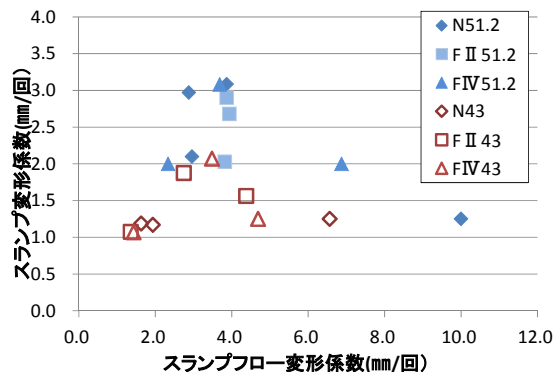


図-4 スランプ変形係数とスランプフロー変形係数の関係

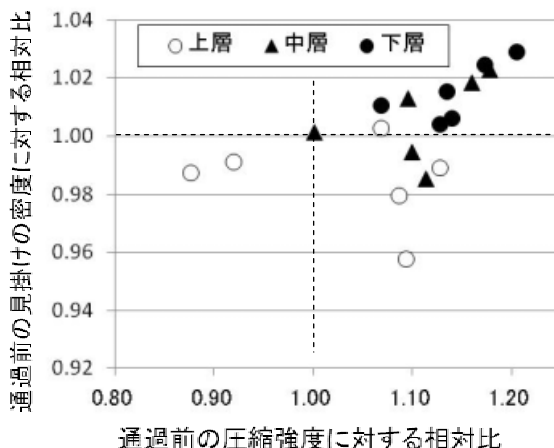


図-5 各層における圧縮強度比と見掛けの密度比の関係