

高強度コンクリート配合におけるフレッシュ性状とミキシング性状の相関に関する検討

立命館大学大学院 学生会員 ○小林 皆也  
立命館大学 正会員 川崎 佑磨  
立命館大学 非会員 福山 智子  
日工株式会社 正会員 坂本 恭裕

1. はじめに

近年の自然災害の激甚化、頻発化等を踏まえ、防災・減災やインフラ老朽化対策等の国土強靱化といった政策により、今後高強度コンクリートの需要が増加傾向にあると考えられる。今後予想される高強度コンクリート需要増加に備え、安定した流動性を持つ高強度コンクリートを生産する技術確立することが求められる。一方で、同じ配合でも練混ぜ条件によってモルタルフロー、スランプフローなどのフレッシュ性状が異なることを既に確認している。本研究では高強度コンクリート配合におけるミキシング性状とフレッシュ性状の関係について調べ、混和剤添加以外にスランプフロー値を増加させる方法を模索するため、2種類のミキサで練混ぜ性能、練混ぜ条件という要因に着目して実験を行った。

2. 配合・使用材料および使用ミキサ

配合と使用材料を表-1、表-2に示す。ミキサは羽根形状の異なるミキサA(以後、A)、ミキサB(以後、B)を使用した。

3. モルタル性状がスランプフロー値に及ぼす影響

3-1. フロー試験

ミキサA、Bそれぞれで空練り時間0、30、60、90秒の試験練りを行いモルタルフロー、スランプフローの比較を行った。

Aの各フロー試験の結果を図-1に示す。今回の試験に用いたミキサA、Bともに、モルタルフローとスランプフローの相関関係は確認できなかった。一

方で、スランプフローと空練り時間には相関関係が確認できた。

3-2. ミキサ移し替え試験

スランプフローに対するミキサ羽根形状の影響を確認するため試験練りを行った。粗骨材投入前の練混ぜ(以後、モルタル練り)をB、モルタルをAに移して粗骨材投入後の練混ぜ(以後、コンクリート練り)を行った場合と、A→Aの場合で実験を行い、モルタルフロー、スランプフローなど各種性状を評価した。3-1節と同様に空練り時間は0、30、60、90秒の比較を行った。

ミキサ移し替えによる各フロー試験の結果を図-2に示す。モルタルフロー値はミキサの種類、空練り時間の違いによって差がほとんどないが、スランプフロー値は大きく異なるという結果を得た。また、モルタル練り、コンクリート練りのミキサを移し替えても、空練り時間が長い方がスランプフロー値は増大

表-2 使用材料

| 材料        | 種類及び品質                                   |
|-----------|------------------------------------------|
| セメント<br>C | 低熱ポルトランドセメント<br>密度：3.22g/cm <sup>3</sup> |
| 細骨材<br>S  | 砕砂<br>岩種：安山岩 表乾密度：2.54g/cm <sup>3</sup>  |
| 粗骨材<br>G  | 碎石<br>岩種：安山岩 表乾密度：2.67g/cm <sup>3</sup>  |
| 混和剤<br>Pc | 高性能減水剤<br>主成分：ポリカルボン酸系化合物                |

表-1 高強度コンクリート配合

| スランプ<br>フロー<br>(cm) | W/C<br>(%) | Air<br>(%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |           |          |          |          |           |
|---------------------|------------|------------|-------------------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
|                     |            |            | 水<br>W                  | セメント<br>C | 細骨材<br>S | 5号<br>5G | 6号<br>6G | 混和剤<br>Pc |
| 60                  | 21.4       | 2.0        | 175                     | 818       | 650      | 244      | 571      | 5.32      |

キーワード 空練り、高強度コンクリート、ミキシング性状、フロック

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学理工学部環境都市工学科

することが確認でき、同じ空練り時間で比較するとモルタル練りを Bで行った方がスランプフローは大きくなることが確認できた。

このことから空練り時間・ミキサの違いにより、モルタルフロー値には表れないモルタルの性状差が生み出されると考える。

4. 空練りによるフロック形成

表面水率を持つ細骨材とセメントを空練りすると、セメント粒子が水和反応をはじめ、フロックを形成する。ミキサの違い、空練り時間の違いでこのフロック量が異なることを確認するため Cryo-SEM 観察を行った。各パターンにおいてモルタル練り終了後のミキサ内からモルタル試料を採取し、液体窒素で水和を停止させた後、画像を撮影(写真-1)。画像の範囲内で直径が 15μm 以上のものをフロックとしてカウントし、総比表面積を計測した。

結果を表-3 に示す。両ミキサにおいて空練り時間が長くなるとフロックの総比表面積は小さくなること、同じ空練り時間ではミキサ Bの方がフロックの総比表面積は小さくなることが確認できた。空練り時間が伸びるとフロック同士の接触回数が増え、平均直径の大きなフロックを形成するためフロックの総比表面積は減少すると考える。総比表面積が減少することで混和剤の初期吸着量が減少、練混ぜが進んだ後余った混和剤が吸着することでフロー増加に寄与すると考える。

5. まとめ

ミキサ移し替え試験の結果から、モルタルフロー値には表れない性状差が空練りにより生まれていることが確認できた。原因の一つとしてセメント粒子のフロック形成が挙げられ、今回の実験結果では、空練り時間が長くなるとフロック総比表面積が小さくなり液相中に混和剤が余ることで、よりスランプフロー値が伸びるという推論を得た。空練り時間の違いによりフロックの形成量が異なることを反映したメカニズムを図-3 に示す。

参考文献

1) 坂本恭裕, 川崎佑磨, 福山智子, 金侖美 : 高強度コンクリートを対象とした空練りがモルタルフローに与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.44, No1, pp850-855, 2022

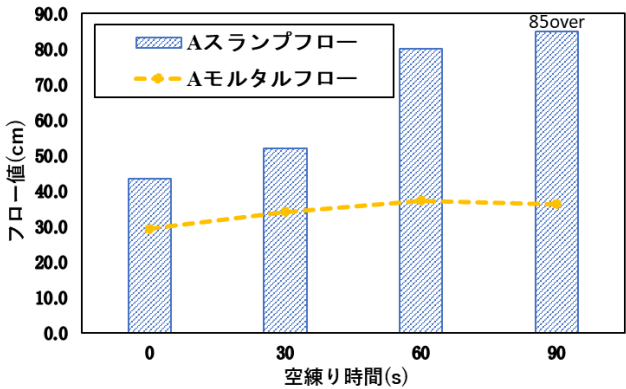


図-1 フロー試験

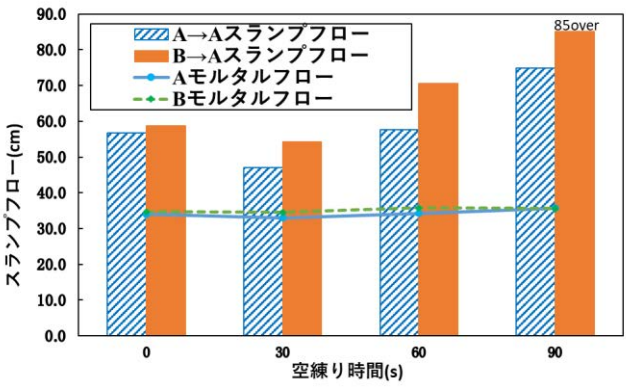


図-2 ミキサ移し替え試験結果

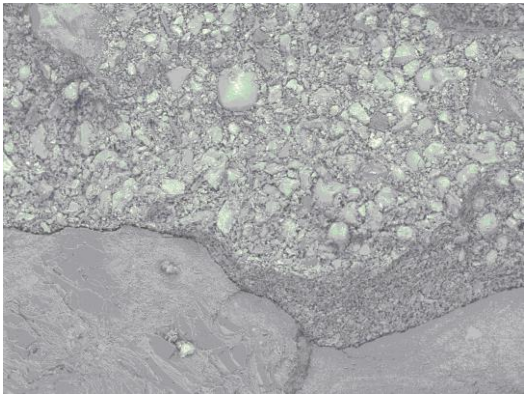


写真-1 Cryo-SEM 画像

表-3 フロック総比表面積

| 総比表面積(μm <sup>2</sup> ) | 空練り30s | 空練り90s |
|-------------------------|--------|--------|
| ミキサA                    | 24.66  | 19.44  |
| ミキサB                    | 21.78  | 18.67  |

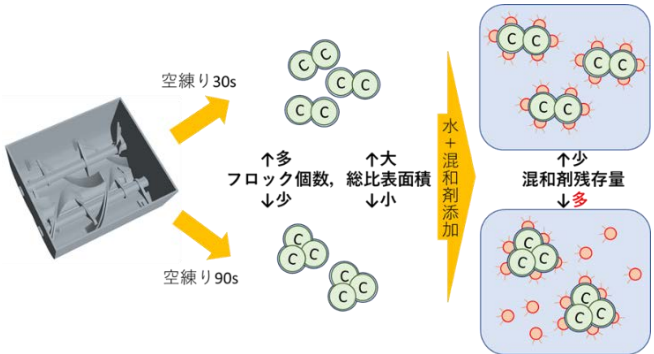


図-3 Cryo-SEM 観察より想定されるメカニズム