

超高強度モルタルの練り混ぜ時間と流動性の関係の評価

大成建設 生産技術開発部 正会員 ○渡部 孝彦
大成建設 生産技術開発部 正会員 橋本 理
大成建設 生産技術開発部 正会員 武田 均

1. 目的

超高強度繊維補強コンクリート(以下、UFC)のコンシステンシーは一般的にフロー試験で管理されている。製造時における練上りの時期は 0 打モルタルフロー(以下、フロー)が最大に達する時点とされることが多いが、その練上り判断は製造者の経験による部分が大きく、場合によっては練混ぜ時間が不足あるいは過大となることも想定される。

そこで本検討では超高強度モルタル(繊維無しUFC)を対象に、練混ぜ時間をパラメータとしてコンシステンシーの測定を行った。コンシステンシーの確認方法としては、従来のモルタルフロー試験に加え、レオメータを用いたレオロジー特性の測定を実施し、練混ぜ時間・フロー・レオロジー特性の関係を調査した。

2. 実験概要

実験で使用した配合を表 1 に示す。高性能減水剤は予備練りでフローが 280mm 程度になるように配合量を定めた。材料の練混ぜには二軸強制練りミキサ(容量 100L)を用い、1 回の練混ぜ量を 30L として 20℃環境下にて実施した。

練混ぜでは各材料を 3 分間、空練りしたのちに注水し、注水後からの練混ぜ時間をパラメータとした。練混ぜ時間は、注水から 17、20、23、26、32 分間(以下、MT17 等と称す)とし、それぞれ別バッチとして練混ぜを実施した。各バッチにおいて練上り時に 90 秒経過時点のフロー、及びフローが 200mm に到達するまでの時間(以下、フロータイム)、レオメータによるひずみ速度－せん断応力関係の測定を実施した。

また練上りから 60 分経過時点でフロー、フロータイムの測定を実施した。MT20、MT23 については 120 分後にも同様にフロー試験を行った。この際、経時変化の測定においては、小型のモルタルミキサーで 1 分間の再攪拌を行ったのち測定を実施した。

3. 実験結果および考察

図 1 に練混ぜ時間とフロー及びフロータイムの関係を示す。MT23 の流動性が最も高いことが確認でき、本検討においては練混ぜ時間 17 分から 23 分の 6 分間の間に流動性のピークが現れると言える。次に、60 分後、120 分後のフロー及びフロータイムの経時変化を図 2 に示す。120 分経過時点まで測定を実施した MT20、MT23 においてフローの低下が線形関係とみなせることから、各データを直線近似して傾きを算出した。近似直線の傾きと練混ぜ時間の関係を図 3 に示す。練混ぜ時間が長くなると、経時変化によるフロー低下の傾きは直線的に大きくなることが確認できる。

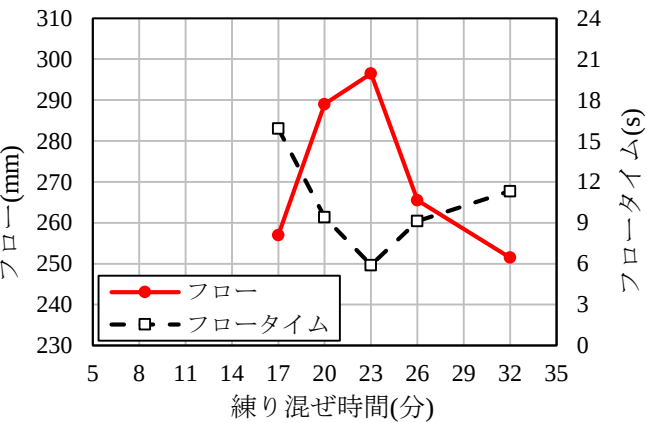


図 1 練混ぜ時間－フロー及びフロータイムの関係

表 1 配合

水粉体比 W/P	単位量(kg/m3)				
	単位水量	セメント	混和材	珪砂	高性能減水剤 (単位水量に含む)
15.2	216	852	568	650	20

キーワード UFC, 練混ぜ時間, コンシステンシー, レオメータ, べき乗則流体

連絡先 〒245-0051 大成建設(株)技術センター 生産技術開発部 都市再生技術開発室 TEL 045-814-7219

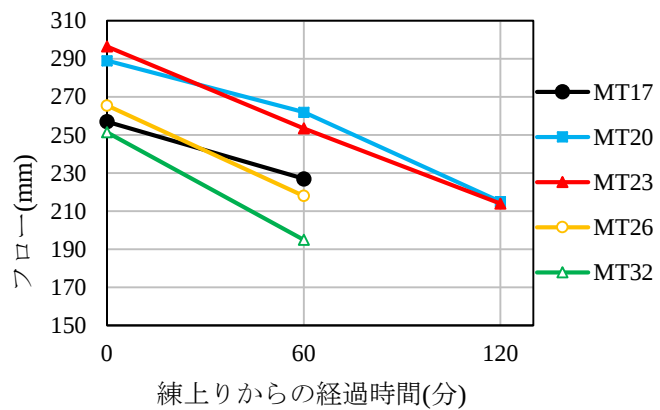


図2 フローの経時変化

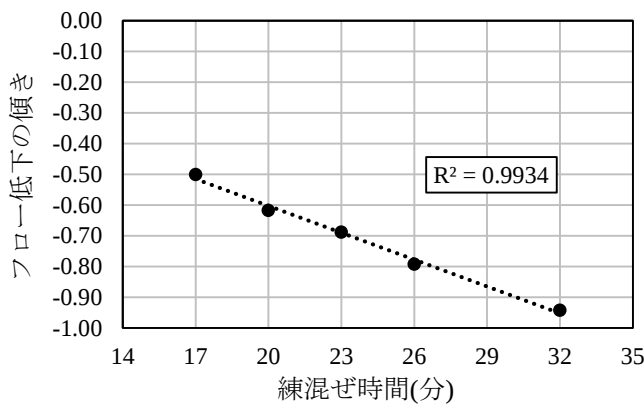


図3 フロー低下の傾き－練混ぜ時間の関係

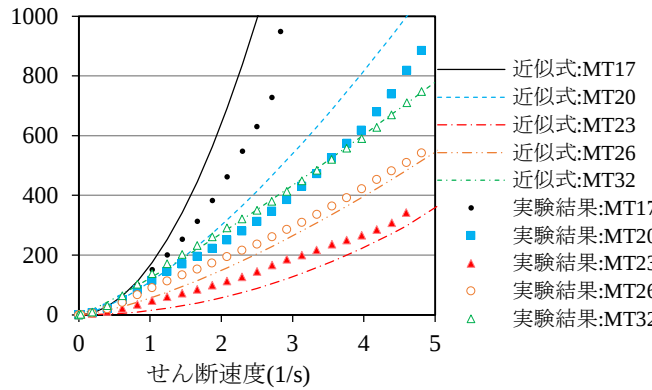
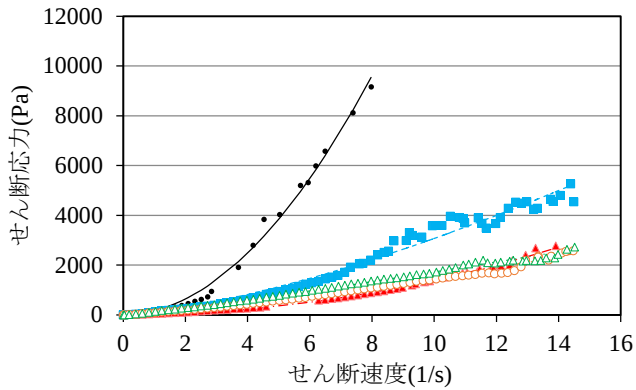


図4 せん断応力－せん断速度 関係 (左：スケール大, 右：スケール小)

表2 べき乗則流体の物質定数

練混ぜ時間	17 分	20 分	23 分	26 分	32 分
K [Pa・s ⁿ]	164.8	109.9	17.0	55.9	122.9
n	1.95	1.45	1.92	1.42	1.15

以上より、フローのピークを過ぎて練混ぜを継続するとフローの低下だけでなく、経時変化が大きくなる可能性があると言える。

次にレオメータによる測定結果を図4に示す。全体としてはせん断速度が増加すると、せん断応力の増加割合も増える傾向が確認できる。ここで非ニュートン流体の構成方程式である、べき乗則流体の流体モデル式(1)¹⁾によって実験値を近似した。最小二乗法により算出した各測定値のKおよびnを表2に示す。

$$\tau = K D^n \quad (1)$$

ここで、 τ :せん断応力(Pa), K :物質定数(Pa・sⁿ), n :粘性指数である。表2から全てのケースで粘性指数が1.0より大きくなった。これより、せん断速度の増加に伴い粘性が増加するダイラタント流体の特徴を有することが確認できる。練混ぜ時間の短いMT17のケースで顕著にその特徴が現れている。これより材料に圧力が生じる、例えばポンプ圧送等の場合には圧力増加により粘性が高くなることや、練混ぜ不足によりその傾向が顕著になることに留意する必要

があると考えられる。

4. まとめ

本検討で得られた知見を以下にまとめる。

- ・フローのピークを過ぎて練混ぜることによって、経時変化が増加し、流動性の低下度合いが大きくなることを確認された。練貯めを行う等で打込みまでの経過時間が長くなる場合には、練過ぎに留意する必要があると考えられ、適切な練混ぜ時間の設定が必要である。

- ・本検討で使用した粗骨材を含まない低W/Pの配合は、ダイラタント流体の特徴を有していることが確認された。また練混ぜ時間が短くなることでその特徴が顕著に現れた。打込みに際しては圧力増加により粘性が増加する性質や、練混ぜ時間によってその性質が変化することに留意する必要があると考えられる。

参考文献

1) 日本流体力学会編:流体力学ハンドブック第2版, 丸善出版, 1998