

1. 研究の目的

近年、PC 構造物へ注入されるグラウトの練混ぜ不足によるダクト内の充填不良により、鋼材の腐食の危険性が高くなることが問題視されている。本研究では、グラウトの練混ぜ特性がフレッシュグラウトの性質に及ぼす影響について明らかにすることを目的とし、ミキサの練混ぜ性状が製品によって異なることから 3 種類の大型ハンドミキサ(以下、ミキサとする)を用い、その特性の違いを明らかにした。

2. 試験方法

2. 1 概要

今回、グラウト材としてセメント系無収縮注入材を用いた。グラウトの配合は水グラウト比 33.5%とし、練混ぜ時間 4 分、グラウト温度 $19\pm 2^{\circ}\text{C}$ とした。練混ぜには、図-1 に示す H(1100rpm)、M(550rpm)、R(850rpm)の 3 種類のミキサを用いて、以下の各試験を 3 回ずつ行った。

2. 2 J漏斗試験

J50 漏斗を用いて PC グラウトの流動性状を評価した。

鉛直に支持した J 漏斗内に出流口を手で押さえた後、グラウトを上まで注ぐ。指を離すと同時にストップウォッチを押し、出流口から出るグラウトが始めて途切れるまでの流下時間を測定する。得られた流下時間をコンシステンシーとし、練混ぜ終了直後から 120 分間、毎 30 分で行う。

2. 3 スランプフロー試験

ウエスで拭いた $50\times 50\text{cm}$ のプラスチック板に塩ビパイプ($\phi 50\times 100$)を置き、グラウトを注入する。次にコーンを引き上げ、3 分後に広がったグラウトの直径を、最大値とみられる箇所とその直角方向の 2 か所で測定し、平均値をグラウトのフロー値(mm)とする。

2. 4 レオロジー試験

PC グラウトのレオロジー定数を求めるにあたって、ブルックフィールド型粘度計(HADV-II+)を使用した。実験手順として、500ml のビーカーに試料を入れ、得られる粘度に見合ったローターを選択し、試料の中心に挿入する。ローターの回転数は 0.5[rpm]、1.0[rpm]、2.5[rpm]、5.0[rpm]、10.0[rpm]、20.0[rpm]と上昇させていき、10.0[rpm]、5.0[rpm]、2.5[rpm]、1.0[rpm]、0.5[rpm]と下降させていく。このときに得られる粘度とトルクより、降伏値と塑性粘度と面積を求める。練混ぜ終了直後から 30 分毎に 120 分間、測定を行う。

3. 試験結果および考察

3. 1 流下時間

図-2 に、ミキサの違いによる経過時間に伴う流下時間の変動を示す。H の流下時間は経過時間に比例している。経過時間に関わらず H と M は、ほぼ同じ挙動を示していることがわかる。また、R も経過時間が 120 分において急激に流下時間が増加しているものの、90 分までは他と差は見受けられない。



図-1 大型ハンドミキサかくはん羽根(左から M, H, R)

3. 2 フロー値

図-3 に、ミキサの違いによる経過時間に伴うフロー値の変動を示す。時間経過に関わらず、いずれも似た挙動を示していることがわかる。経過時間 120 分において H と R では約 1cm の差が出た。

フロー試験は、拘束のほとんどない条件下において、プラスチック板との摩擦抵抗および変形抵抗に影響されることなく、グラウトの自重により変形できる能力を測定する試験である。このため、フレッシュグラウトの静的な流動および分離の状態を簡易に判断できる試験であるといえる。

3. 3 破壊エネルギー

図-4 にミキサの違いによる経過時間に伴う破壊エネルギーの変動を示す。破壊エネルギーは、各種ミキサともに時間経過に対して大きくなるのがわかる。R はばらつきが大きく、他のミキサによるものと異なった挙動を示していることがわかる。

回転粘度計を用いて、レオロジー一定数である降伏値、塑性粘度、チクソトロピーを求め、それらの関係からグラウトの流動性を評価するものである。

3. 4 塑性粘度

図-5 にミキサの違いによる経過時間に伴う塑性粘度の変動を示す。静置後 120 分までは時間経過に関わらずいずれも同様の挙動を示し、経過時間に比例していることがわかる。

3. 5 降伏値

図-6 にミキサの違いによる経過時間に伴う降伏値の変動を示す。降伏値は、2 時間以内であればほぼ一定の値を示す。これは、グラウト材の混和材料である高炉スラグ微粉末が潜在水硬性を発揮するまで時間がかかること、添加されている高性能減水剤の分散効果が作用しているものと考えられる。

4. まとめ

大型ハンドミキサで練混ぜた場合の破壊エネルギーは、練混ぜ直後は小さいものの時間の経過と共に増加する傾向にある。塑性粘度と J 漏斗試験の流下時間は高い相関が見られたが、降伏値とフロー値は相関係数が低く、PC グラウトの流動性を正確に得る為にはレオロジー試験と J 漏斗試験、フロー試験以外の試験も行うなどして評価すべきである。

3 種類のミキサの使用性を比較すると、H が一番均一に混ぜることができ、フレッシュ性状も一番安定することが明らかになった。

【謝辞】

本論文の作成に当たり、明石高専卒の大山貴弘君には多大な協力を賜った。ここに記し、感謝の意を表す。

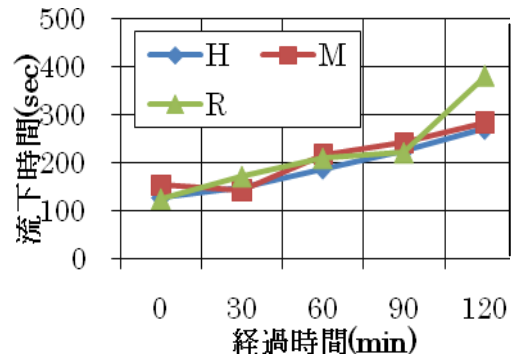


図-2 経過時間と流下時間の関係

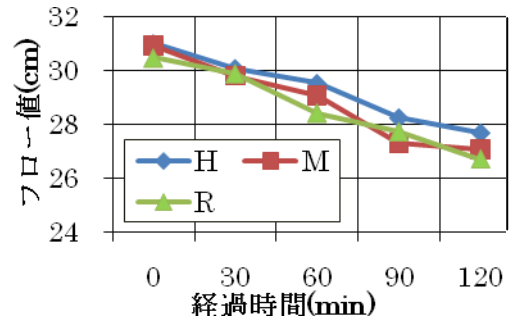


図-3 経過時間とフロー値の関係

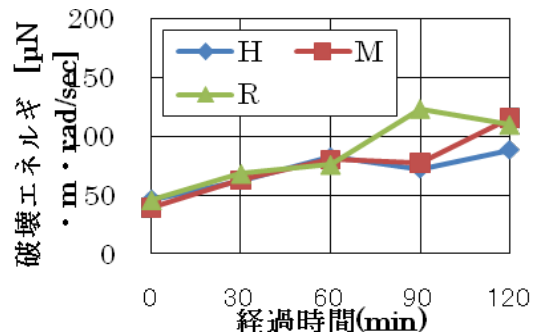


図-4 経過時間と破壊エネルギーの関係

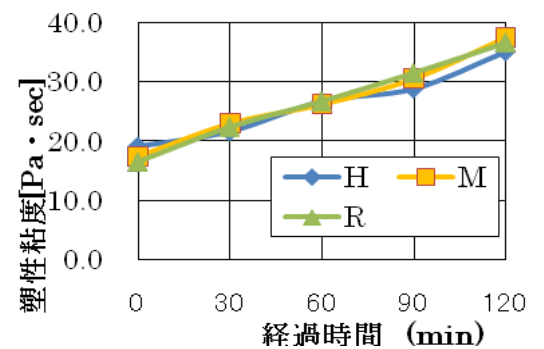


図-5 経過時間と塑性粘度の関係

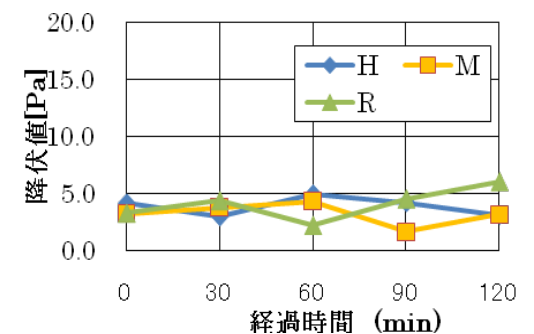


図-6 経過時間と降伏値の関係