

VI-115 CSGの現場練り混ぜ性能について

ハザマ 正会員 ○大矢 通弘
ハザマ 吹原 康広
ハザマ 正会員 佐々木 淳
ハザマ 正会員 小林 貞之

1. はじめに

CSG (Cemented Sand and Gravel) の現場での練り混ぜはバックホウによる方式と簡易プラントによる方式に大別でき、数量、材料、用途等に応じて適宜選定される。現場での実機による練り混ぜは室内での小型ミキサーによる練り混ぜとはその機構および性能が異なるため、その差異の確認は品質管理上重要である。今回バックホウのアタッチメントを替えて CSG の現場練り混ぜ試験を行ったのでその結果を報告する。

2. 試験概要

図-1に今回の CSG 検討の流れを示す。材料はダム堤体掘削材のうち粒径 150mm 以下を現地にストックパイルしたものである。図-2に練り混ぜのケースと試験施工の手順を示す。0.7m³ 級バックホウをベースマシンとしてスケルトンバケット、油圧式攪拌機、普通バケットの3機種を装着して練り混ぜ性能を比較した。油圧式攪拌機は軟岩掘削機を攪拌用に改良したものである(図-3)。配合は単位セメント量 100kg/m³、単位水量 200kg/m³ とし、累計で 10 分および 20 分間練り混ぜ後にそれぞれ混合状態の観察、滴定法による単位セメント量の測定、圧縮強度試験等を行った。

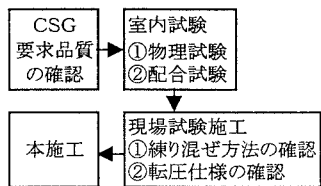


図-1 CSG検討の流れ

3. 試験結果

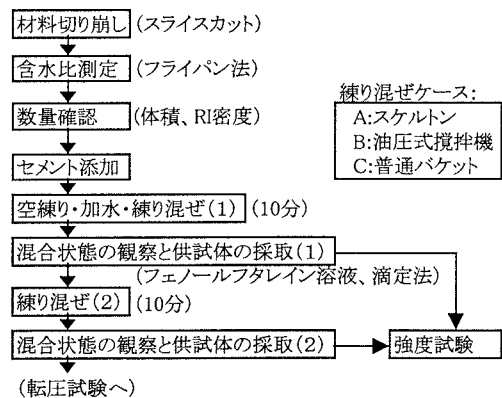
(1) 混合状態の観察

①練り混ぜ機種による差

練り混ぜ状況を効率および混合状態の点で評価すると、普通バケットとスケルトンバケットが同程度に良好で、油圧式攪拌機は劣る結果であった。油圧式攪拌機は、空練り時は表面部分のみの攪拌となりセメントの飛散が大きく、加水後の練り混ぜ時は局部的にはよく混ぜるものの、全体的な材料の移動ができないために加水時の水の分布状態がそのまま偏在して残る結果となった。また、レキ塊の詰まりおよびトルクの問題等から常にある程度の自由面を維持した状態での攪拌が必要となり、混合効率の低下につながった。以上より、今回の加水および練り混ぜの方法には油圧式攪拌機は不適であると判断された。

②練り混ぜ時間による差

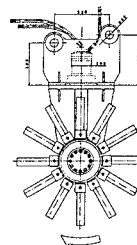
空練り、加水後の練り混ぜ(1)の段階においては依然バラツキが見られたが、練り混ぜ(2)の段階では油圧式攪拌機を



練り混ぜケース:

- A: スケルトン
- B: 油圧式攪拌機
- C: 普通バケット

図-2 練り混ぜ試験の手順



<仕様>

型式: MT1000A
ドラム回転数: 81r.p.m.
作動油圧: 220~250l/min
ドラム径: 1,205mm
ピック本数: 24本
重量: 1,400kg

図-3 油圧式攪拌機の仕様

キーワード: CSG、練り混ぜ、スケルトンバケット、油圧式攪拌機

連絡先: 〒107-8658 東京都港区北青山 2-5-8、ハザマ土木本部ダム統括部、Tel.03-3405-1153、Fax.03-3405-1854

除いてほぼ均一な状態が得られた。また、同じ累計 20 分でも加水後の練り混ぜが長い方が混合性は良好であった。この状況はフェノールフタレイン溶液の散布による赤変状態によっても確認された。

③水量の管理

同一の示方配合で混合しても練り上がり状況には含水量の違いによると思われる明らかな差異が認められた。これは含水比および吸水率から表面水率を算出する過程での変動（粘土シルト分による影響）の他に、今回 60m³の練り混ぜに対し 7～8t の水量を加えたが、その加水量の計量および加水後の逸水等による変動の影響と考えられる。対応策として母材の含水比の正確な把握、水槽位置の変更、練り混ぜヤードに一定容量のマスを作ることにより正確な計量と加水時の逸水防止を図ること等が考えられた。

（2）滴定法による単位セメント量の推定

滴定法による単位セメント量の推定は、日本コンクリート工学協会の基準に以下の修正を加えて行った。

- ①粘性による目詰まりのため 5mm 網目でのふるい分けが不可能であるため、10mm ふるいに変更する。
- ②粘土シルト分による濁りのため滴定の終点が不明確であるため、反応生成物の出現状況にて判断する。
- ③母材のみでも塩酸との反応物（カルシウム等）があるため、室内試験値を基準値として補正する。

試験結果を表 1 に示すが、滴定終点の判断の精度および補正方法を考慮すると、これらの数値の信頼度は高くない。また、数値の相対的なバラツキも実際の混合状態を正確に反映しているとはいえず、このままでは CSG の混合状態の良否の判定に滴定法は使えないと判断された。

（3）強度試験結果

図 4 に強度試験結果を示す。練り混ぜ機種、練り混ぜ時間ごとに 7 日強度（3 供試体の平均値）をプロットしている。図よりスケルトンおよび普通バケットの場合には練り混ぜ時間の増加によるバラツキの減少傾向が認められる。また、普通バケットの場合を除いて練り混ぜ時間の増加が必ずしも強度の増加に結びついていないが、これはウェットスクリーニング等の供試体作成過程における影響により、練り上がりの状態が正確に供試体の状態に反映していないためと考えられる。いずれにしてもスケルトンおよび普通バケットによる 20 分練り混ぜの場合であれば、そのバラツキの程度より今回の CSG の所要品質は確保できると判断された。

表 1 滴定法による単位セメント量の推定

ケース	10分間練り混ぜ後	20分間練り混ぜ後	備 考
A	103～112(平均109)	106～140(平均114)	単位:kg/m ³ 測定:各4点
B	83～109(平均98)	97～140(平均112)	
C	112～158(平均140)	117～158(平均146)	

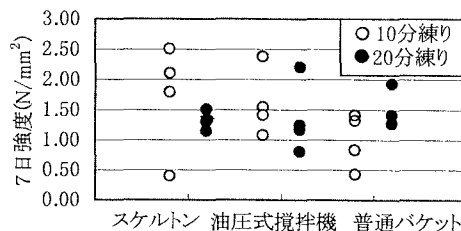


図 4 強度試験結果

4. まとめ

上記結果をまとめると以下の通りである。

- ①現場練り混ぜ性能は、普通バケットとスケルトンバケットが同程度に良好である。
- ②油圧式攪拌機の練り混ぜ性能は今回の加水、練り混ぜ方法には不適である。
- ③均一な状態を得るためには累計で 20 分間、加水後少なくとも 15 分間の練り混ぜが必要である。
- ④均一な状態を得るためには母材の含水比の正確な把握等、水量の管理が重要である。
- ⑤滴定法は今回の母材に対してはそのままでは適用できない。
- ⑥バックホウによる 20 分練り混ぜの場合には、強度のバラツキも許容範囲内に収まる。

5. おわりに

練り混ぜ時間、材料の計量、水量の管理等が適切であれば、バックホウによる現地混合方式を採用しても、十分要求品質を満足する CSG の施工が可能であることが分かった。現地発生材を洗浄分級せずにそのまま利用してコスト低減を図るという CSG 本来の利点に着目するならば、練り混ぜ方法もできるだけ汎用機械を用いた簡易なものであるべきであり、その分野での技術開発が望まれる。