

リサイクル材料を多量に使用した地盤改良材の強度特性に基づくセメント系 固化材混入比率の限界値に関する実験的研究

徳島大学 学生会員 ○田中美里 オオタ 非会員 太田憲史
徳島大学 正会員 橋本親典 徳島大学 正会員 石丸啓輔

1. 背景と目的

昭和 50 年代初期より土質材料を対象としてセメント系固化材が発売されるようになった。従来のセメントでは固化しにくい高含水比粘性土や高有機質土など、従来のセメント等の使用では目的が果たしえない対象についても固化する需要がでてきたからである¹⁾。一方、資源循環型社会の形成が求められており、泥状の産業物や排水処理沈殿物等を指すスラッジや、建築物の解体等から発生する廃石膏ボード、さらに、コンクリート用再生骨材の製造時に副産される再生骨材微粉末など、これらの処理問題の解決方法が急務である。

これらの社会的情勢に鑑み、本研究では、これらの副産物とフライアッシュを用いて、市販のセメント系固化材の混入比率を 30%以下にする新しい固化材の開発の可能性について実験的検討を行った。

2. 実験概要

2.1 土質材料および固化材

土質材料は、対象地盤から採取した試料に水を加え含水比を約 20%と一定に調整した。固化材は土質材料 1m³に対して 150kg とし、セメント系固化材、スラッジ灰、廃石膏ボード微粉（以降、石膏粉）、フライアッシュ、再生骨材微粉末を用い、固化材全体で 100%になるように各構成材料の成分比の組み合わせを調節した。また、通常のセメントコンクリートと異なり水は混合しなく、土質材料に含まれる水量とセメントが反応し固化する。スラッジ灰の酸化カルシウム含有量は 36.2%（セメント系固化材：54.0%）である。

2.2 供試体の作製方法

練混ぜ方法は、JIS R 5201 のセメントの物理試験方法を参考に行った。パン型ミキサーに土質材料と固化材を入れ、低速で 60 秒間練混ぜた。引き続いて高速で 30 秒間練混ぜ、90 秒間の休止を設け、その後高速で 60 秒間練混ぜた。練混ぜ後、型枠に 3 層に詰め、セメント協会 JCAS L-01 に規定されている重さ 1.5kg、落下高さ 20cm のランマーを用いて各層 12 回ずつ突いて締固め、表面をコテで平面にならした。成形後、上面にガラス板を置きその上から湿布で覆った。翌日脱型を行い、材齢 7 日まで温度 20±3℃の恒温室内に水を入れてたふた付きの湿気箱に供試体が水に浸からないように入れて養生を行った。なお、一軸圧縮試験は JIS A 1216 に準じて行った。

2.3 配合

表-1 に配合を示す。セメント系固化材は 30%以下を目標に、35、30、25%の 3 段階に変化させた。石膏粉は強度増加の面から混入可能な限度である 20%と一定とする。配合名の C はセメント系固化材混入比率、A はスラッジ灰混入比率を示す。比較用のセメント系固化材混入比率 100%は、セメント系固化材混入比率を 3 段階に変化させる度に作製することとする。

3. 結果と考察

図-1～3 にセメント系固化材混入比率 35、30、25%の圧縮強度結果を示す。全ての配合において、材齢 7

表-1 配合

配合名	成分比(%)				
	セメント系 固化材	スラッジ灰	石膏粉	フライ アッシュ	再生骨材 微粉末
C35A45	35	45	20	0	0
C35A40		40		0	5
C35A35		35		0	10
C35A30		30		5	10
C35A25		25		5	15
C35A20		20		10	15
C30A45	30	45		0	5
C30A40		40		5	5
C30A35		35		5	10
C30A30		30		10	10
C30A25		25		10	15
C30A20		20		15	15
C25A45	25	45		5	5
C25A40		40		10	5
C25A35		35		10	10
C25A30		30		15	10
C25A25		25		15	15
C25A20		20		20	15
C100	100	-	-	-	-

日における必要最低限の強度 0.3N/mm^2 を満足できている²⁾。セメント系固化材混入比率 100%は、3 段階それぞれで多少のばらつきはあるもののほぼ一定であることが確認できた。

図-1 において、セメント系固化材混入比率 35%では、材齢 3, 7 日において全ての配合で 100%と同等、もしくはそれ以上の強度が得られた。再生骨材微粉末のみを添加した C35A40 の配合は、材齢 28 日においても C100 よりも強度が大きくなったが、C35A35 の 10%の添加は無添加よりも強度を低下させることが確認できた。しかし、FA や再生骨材微粉末の割合を増やすことで、微粒分による密実度を高め、従来のセメント系固化材混入比率 100%よりも高い強度を得ることができた。初期材齢（3 日）の強度発現はスラッジ灰の割合が 40, 45%と比較的混入比率が多いと大きくなる傾向が確認できた。

図-2 において、セメント系固化材混入比率 30%では、28 日強度は約 2.0N/mm^2 を維持できているが、7 日強度にはばらつきがあることが確認できる。FA、再生骨材微粉末の混入比率を 5%としたとき 7 日強度が最も高くなり、各 10%以上の混入は強度を低下させた。初期材齢での強度発現も全ての配合においてほぼ同程度であった。全体的な傾向として、材齢 28 日の時点においてセメントの水和反応による強度増進は小さく、セメント系固化材混入比率 100%には及ばない。

図-3 のセメント系固化材混入比率 25%では、全ての配合においてセメント系固化材混入比率 100%以下の強度発現となった。1/4 程度のセメント系固化材量では最低限の強度は確保しているものの、材齢 28 日においてセメント系固化材混入比率 100%の半分程度しか強度を発現することが出来ず、十分に安全側であるとはいえない。

4. まとめ

本実験で明らかになったことを以下に記す。

- (1) セメント系固化材混入比率 100%と同等、もしくはそれ以上の強度を得るためには、混入比率 35%が限界値であることが明らかになった。
- (2) スラッジ灰混入率、もしくはフライアッシュや再生骨材微粉末を多く添加させることにより、微粒分は充填し密実となり、強度が増進する可能性が明らかになった。

参考文献

- 1) 水口裕之：廃石膏ボード及び製紙スラッジ焼却灰を用いた地盤改良材の開発，平成21 年度共同研究成果報告書，2010. 3
- 2) 日本建築センター 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針—セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法 [単行本]第7 章, pp37-42, 2002

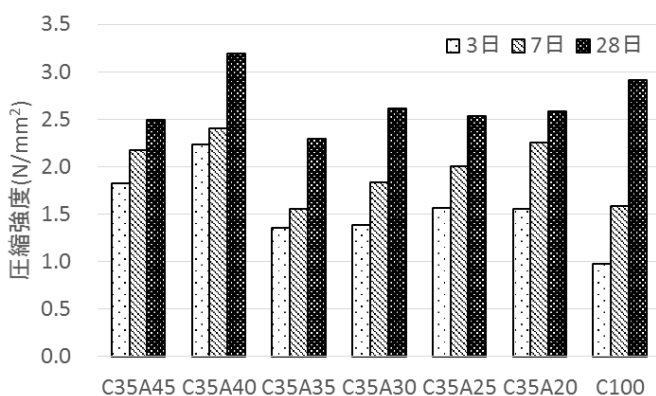


図-1 圧縮強度結果 (35%)

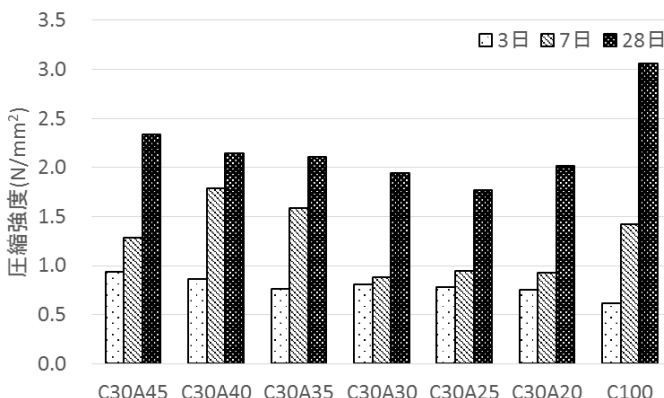


図-2 圧縮強度結果 (30%)

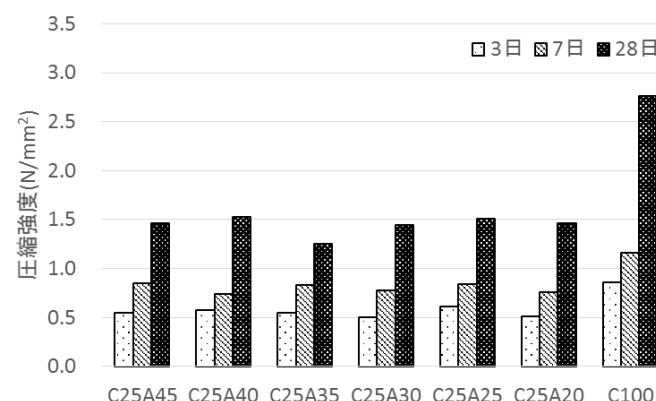


図-3 圧縮強度結果 (25%)