

III-293

速硬型固化材を用いた固化実証実験に関する一報告

㈱フジタ 技術研究所 正員 ○相良昌男 阪本廣行

㈱フジタ 本 社 茶山和博

㈱フジタ 関東支店 若林利夫

1. はじめに

軟弱地盤の改良において、工期短縮のために軟弱地盤改良後直ちに強度を発現し、早期のワーカビリティ確保が必要となるケースも少なくない。近年では、このようなケースも含めて様々な目的に応じた軟弱土改良用の固化材が開発されている。本報告では早期ワーカビリティ確保を目的とし、軟弱土用のセメント系速硬型固化材を用いた地盤改良実験を行ったので、その結果の一部を報告する。実験は図-1に示した試験ヤードを3ヶ所掘削し、次に現場から排出された掘削土を用いて埋戻し、締固めて模擬地盤を作成後、改良実験を行った。所定の経過時間ごとに改良地盤の一軸圧縮試験とコーン貫入試験を行うことで速硬型固化材および混合機械の性能把握と現場適用性を確認した。

2. 実験方法

(1) 固化材

セメント系速硬型固化材を粉体とスラリー状として用いた。スラリーは重量比で固化材：水=1：1とし、スラリーミキサーで十分に混練し、使用した。固化材添加量は80, 100, 120kg/m³を設定した。なお、表-1に本実験の設定条件を示す。

(2) 試料土

試料土は現場で発生した軟弱な掘削土を用いた。土質性状を表-2に示す。

(3) 改良装置

0.25m³のバケットに油圧駆動の攪拌羽根が装着された改良装置を用いた（図-2参照）。

(4) 実験手順

固化材を模擬地盤に散布後、改良装置で所定時間混合、改良を行った。混合終了後、直ちに試料採取を行い一軸圧縮試験用モールドに充填した。改良地盤はバックホーのバケットで締固めた。一軸圧縮試験は改良終了後から、15, 30, 60分経過後を目安に試験を行い、15～60分の試験では混練後から試験時までの経過時間を記録した。その後の試験は24時間後と7日後に行った。一軸圧縮試験と併せて、15, 30, 60分, 24時間後、所定の位置でコーン貫入試験を行った。

(5) 目標強度およびその添加量

固化材の使用量は事前の室内試験より求めた。中型ブルドーザの作業に必要なコーン指数は通常は5～7kgf/cm²であることより、室内試験で混合後12時間経過後のコーン指数が $q_c = 7.56 \text{ kgf/cm}^2$ となる添加量、すなわち100kg/m³を中心に実験を行った。

3. 実験結果および考察

(1) 強度（ q_u と q_c ）と経過時間の関係

図-3より、すべての設定条件において時間が経過すれば、 q_u も増加する傾向を示した。おのおのの設定条件別に経過時間の q_u への影響をみると、試験No. 1(80kg/m³添加)、試験No. 3(100kg/m³添加)では、60分経過後から24時間まで強度は若干の増加であったが、7日経過後には強度増加が明確となり平均値で約2倍の増加が現れた。試験

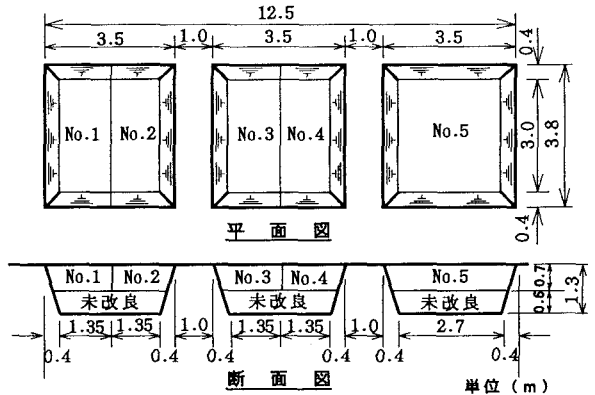


図-1 実験ヤード概略図

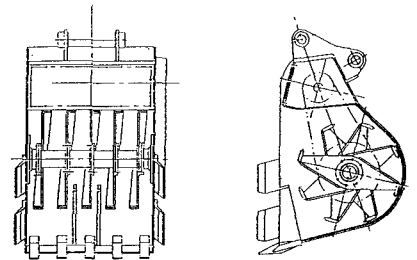


図-2 改良装置 概略図

表-1 設定条件

試験 No.	添加量 (kg/m ³)	混練時間 (分/m ³)	固化材 状態
1	80	4	スラリー
2	120	4	スラリー
3	100	4	スラリー
4	100	3	スラリー
5	100	4	粉体

No. 2(120kg/m³添加)では60分経過後の後半から著しく増加の傾向が現れ、その後の24時間、7日後で、2倍、4倍と固化強さは著しく増加した（図-3参照）。試験No. 4、試験No. 5の100kg/m³添加は前述の試験No. 3とほぼ同様の傾向を示したが、固化材が粉体であった試験No. 5では、30分経過後から固化強さが現れたが、7日後は他の100kg/m³添加ほどの増加はなかった。

qcにおいても同様の傾向を示したが、試験No. 1~4においては、15分経過後の改良土のqcが改良前のqcよりも低い値を示した。これは試験ヤードを混練により乱した状態にしたことと、固化材がスラリーであったため改良土の含水比が増加したことが原因であり、15分の経過時間では固化材の効果が充分に現れていなかったと思われる。しかし、その後30分では改良前のqcよりも高い値を示し、60分、24時間ではさらに著しく高い値を示した（図-4参照）。qc/quが10.9~27.2とqcがquの10倍以上あったためにqcではquに比べて強度増加の傾向が明確であった。

（2）スラリー添加と粉体添加の比較

本実験における、quの最終強さ（7日経過後のqu）は粉体添加よりもスラリー添加の方が約0.5kgf/cm²高い値を示した（図-3参照）。一般的に、含水比が高くない粉体添加の方がquは高いと予測されたが、ここではスラリー添加の方が若干ではあるが高値が現れた。これは、スラリー添加の方が改良装置による混練が粉体添加よりも全体が平均的かつ十分に行われたためと思われる。

次に、qcでは粉体添加とスラリー添加では大きな違いが現れた（図-4参照）。粉体添加は15分経過からスラリー添加に比べ高い値を示し、その後24時間まで大きく増加する傾向を示した。24時間経過後では、スラリー添加は粉体添加の7割程度の強度発現しかなかった。

この結果は一軸圧縮試験の結果と逆転しており、一軸圧縮試験では粉体添加の方が最終強度（24時間または7日経過のqu）は低い値を示していた。これは固化材添加時の形態がスラリーと粉体では、スラリーで改良した方が地盤も平均的に改良され、また一軸圧縮試験用供試体中の固化材が平均的に含まれていたために、quは高い値が現れたと思われる。一方、ヤード全体の強さを個々に検査し全体を把握するコーン貫入試験では、混練が十分に行われにくい粉体添加の方が高添加・高強度の箇所が存在しやすく、そのためqcは粉体添加の方が高い値を示したと思われる。

4. おわりに

本実験において、比較的早期に固化強度が現れたことから早期ワーカビリティ確保を目的とした地盤改良における速硬型固化材と混練装置の適用性は確認された。しかし、固化材形状が粉体とスラリーでは、その改良地盤の性質が異なり様々な長所・短所が存在すると思われるので、利用の際は充分な検討が必要と考えられた。

表-2 試料土の土質性状

項目および単位			
土粒子の密度 ρ_s			2.656
粒度特性	礫 分 %		3
	砂 分 %		39
	シルト分 %		28
	粘土 分 %		30
	最大粒径 mm		4.75
コンソメソ特性	液性限界wL %		97.1
	塑性限界wp %		49.2
	塑性指数Ip		47.9
分類	日本統一土質分類 土質名		CH 粘土
自然状態	含水比wn %		76.4
	湿潤密度 ρ_t g/cm ³		1.489
	乾燥密度 ρ_d g/cm ³		0.844
	間隙比e		2.147
	飽和度Sr %		94.5
土のpH			8.4
強熱減量Li%			8.30

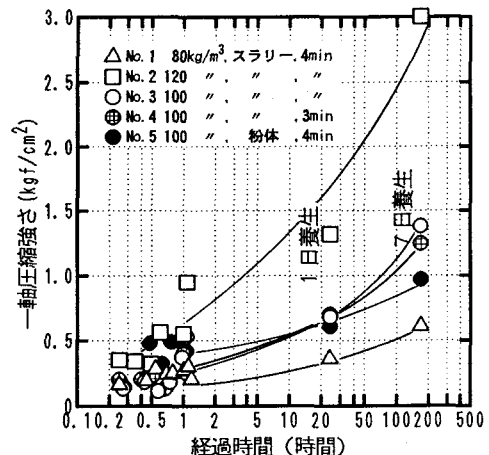


図-3 一軸圧縮強さ-経過時間 関係

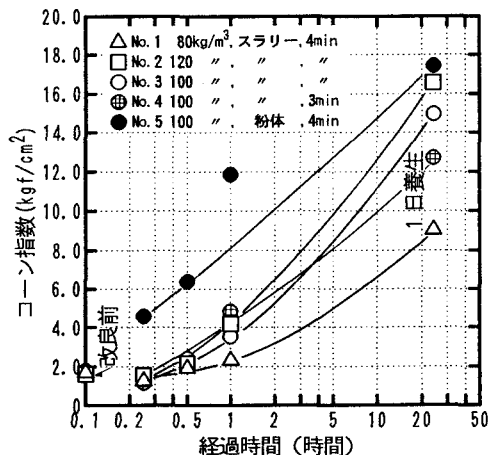


図-4 コーン指数-経過時間 関係

【参考文献】

（社）日本道路協会：道路土工指針（改訂版）