

建設省横浜国道工事事務所 正会員 池田 実

大成建設(株) 技術研究所 正会員 川崎 宏二

〃 横浜支店 正会員 宮崎富士男

1. まえがき 従来の深層混合処理工法は、攪拌翼によって固化材と現地土を攪拌混合し強度発現を期待する化学的安定処理工法の一つであり、経済的で応用範囲の広い工法である。しかし、一方では機械が大型となり不必要な部分までも改良したり、既設設備周辺の種々制約から施工が困難である等の不便さも持っている。これらの条件を解消するために拡幅式地盤改良（SWING工法）の開発を進めて来たが、今回本工法が目指した改良深さ40mの施工実績が得られたので、併せて報告する。表-1 実験ケース

2. 施工法確認実験

2.1 概要 本工法の施工手順は次の通りである。1. 改良の必要な地盤まで攪拌翼を閉じた状態で削孔する。（パイロット孔）

2. 所定の位置で拡幅装置を回転させながら油圧により攪拌翼を開く。3. 所定長の地盤の拡幅削孔及び固化材注入。4. 注入攪拌後、攪拌翼を閉じ、ロッドを上げる。

以上の手順に従って、G.L.-2 or 3 mからG.L.-20 mまでの杭に表-1の実験ケースを振り分けて杭を造成し、サイクルタイム、チェックボーリングによる強度確認、ラップ部の切削状況の目視観察等を実施した。

2.2 実験結果及びまとめ トリプルチューブサンプラーを用いて採取したコアの採取率及び一軸圧縮強度（材令28日）を図-2に示す。室内配合試験によるセメント450kg/m³の標準養生供試体の強度は58.1kgf/cm²であった。これに対して杭-1は（40～55）%の平均強度を示し、杭-2は（57～70）%を示した。コアの採取率は、直接均一性を表すものではないが、強度試験の点数が固化、均一性の目安と考えられ、杭-2のG.L.-2m～G.L.-11mのケースが特に優れていることが判る。本実験より考えられる粘性土の適性施工法、問題点を列挙すると次の通りである。

- ① 拡幅削孔を低速回転水切削、注入攪拌を高速回転とする方式が、切削時から固化材を使用する方式より有効である。
- ② 吐出口は、翼先端、ボディ併用が望ましい、
- ③ ラップ部施工を伴わない場合、所要強度が低い場合等の固化材として普通セメントを使用する際には、固化材量として10%の余裕をみると安全率2程度が得られると考えられる。
- ④ 拡幅削孔時の水切削が全排土量に占める割合は大きく、排土にエアブローを考慮することを含めて、使用水量を極力抑える必要がある。



写真-1 ラップ切削した杭

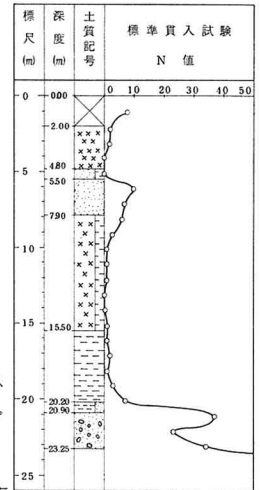


図-1 土質条件

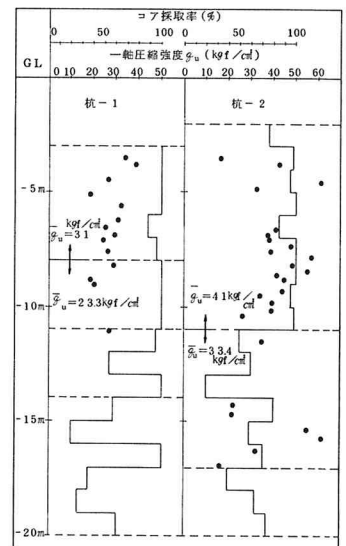


図-2 コア採取率と強度試験結果

ラップ部の切削性は、写真-1に示すように $g_u = 3.5 \text{ kgf/cm}^2$ 程度の場合はブレも少なく良好であった。 $g_u = 8 \text{ kgf/cm}^2$ 程度になると、ロッドにブレを生ずるようになり、切削表面の凹凸も見受けられたが、切削は可能であった。しかし、開翼、拡幅削孔の能率は1/2程度に低下した。

3. 現場施工例

3.1 概要 国道1号金港橋（横浜市神奈川区金港町）の全面架替に際して、その下部構造として鋼管矢板（ $\phi 1,000$ ）を支持層まで打設した矩形鋼管矢板井筒が施工される。一方、将来橋台フーチング面下約5mに $\phi 7,300$ の共同溝シールドの計画がある。シールド通過部の鋼管矢板はシールド天端付近で止め、以深の軟弱地盤内に均一な鉛直長尺の柱を支持層まで形成し、壁状に地盤改良して支持させる方法が必要条件とされた。この地盤改良工法として種々検討した結果、①固化材注入圧が低いことから、河川汚染、周辺構造物に及ぼす影響等を極力小さくする、②本工法は、必要な部分のみを翼によって強制攪拌することから形状、強度の均一性が確保される、③改良強度に幅を持たすことが出来る等の理由により、本工法が“拡幅式低圧注入攪拌工法”として採用された。図-3に土質及び施工概要を示すが施工基盤が高く（T.P.+2.5m）、パイロット（500 ϕ ）の長さは43.5mに及ぶ。施工数量は、 $\phi 1,800$ 、 $\ell = 27,000 \sim 27,400$ の改良16本、次回施工用の空掘り（ラップ部切削）8本である。改良強度の仕様は、採取ボーリングコアの平均圧縮強度 25 kgf/cm^2 、最低 10 kgf/cm^2 である。ラップ施工かつ地盤改良としては高強度であること及び海成粘土で通常の固化材では強度発現が早いことから、各種遅延剤、遅延性固化材を検討した結果、表-2に示す遅延性固化材を450kg/対象土1 m^3 使用することとした。

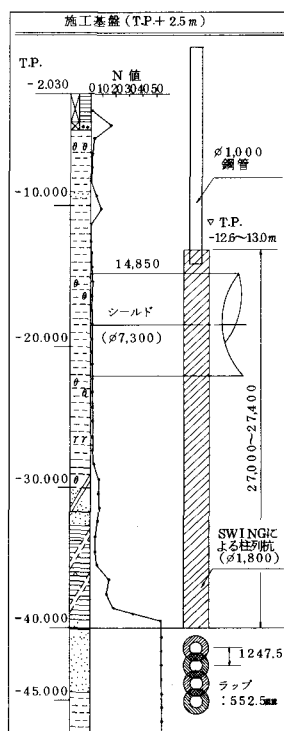


図-3 土質条件及び施工概要

表-2 遅延性固化材試験成績表

比表面積 (cm^2/g)	JISモルタル圧縮強度 (kgf/cm^2)			展 望			
	3日	7日	28日	水量 (%)	始 発 (h-m)	終 結 (h-m)	
3790	5.5	14.5	33.0	28.0	4-40	6-20	
化学試験 (例)	成分	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	SO_3	
		33.2	13.1	0.7	44.2	0.6	

3.2 施工 本施工は夏季に実施された試験施工の後に行なわれたが、施工時の温度が遅延性固化材の強度発現に大きく影響することから、固化材中の刺激材量を調整し、図-4に示す養生温度を変えた試験も併せて実施した。施工後、ラップ部2箇所について全長コアサンプリングを行ない、表-3に示す強度試験を実施した。試験は材令41日で実施されたが、所定の強度を満足するものであった。本施工において改めて困難さを知らされたのは、攪拌箇所における障害物の処理であり、施工基盤が高いことによる長尺排土が懸念されたが、エアブローの併用、バキューム車の利用等により、スムーズに行なうことが出来た。

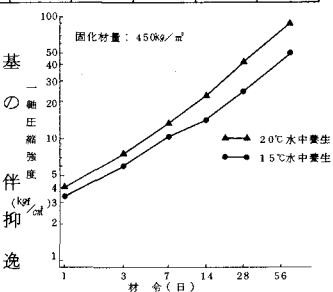


図-4 遅延性固化材の強度発現

表-3 強度試験結果 (kgf/cm^2)

位置	箇所	A	B
T.P.-1.4m付近		57.8	28.7
T.P.-2.6m付近		39.3	36.9
T.P.-3.9m付近		54.3	35.9

4. まとめ 今回、本工法が目標としていた改良深さ40mが達成され、それに伴う最適施工法についても種々の資料が得られた。本工法のポイントは、排土量を抑えることと共に、拡幅削孔によりゆるめられた現地土の閉塞作用による固化材の逸散防止とスムーズな排土との兼ね合い、均一な攪拌にあると考えられる。

また、固化材として遅延性材料を用いる場合には、温度依存性が高いこと、固化材量の多少が強度発現に大きな影響を及ぼすこと、ラップ施工部の初期強度の適切な設定等更に考慮する必要があると考えられ、固化材一般についての安全率及び添加量等と共に今後の課題として残っていると思われる。

参考文献

- 1) 小寺・川崎：深層混合処理工法における攪拌効率について、第18回土質工学研究発表会
- 2) 小寺・川崎・矢倉：拡幅式深層混合処理工による地盤改良実験、第19回土質工学研究発表会