

(株) 大林組 技術研究所 ○正員 細谷芳巳
土木本部技術部 正員 中田礼嘉
土木部 正員 大内秀二

1. まえがき

ここ数年、埼玉県・千葉県・茨城県など関東北東部地方は宅地化が急速に進んでいるが、この地方一帯には腐植質沖積粘土から成る軟弱地盤が広く分布しており、このような軟弱地盤を考慮しないで宅造した場合、築造後、不同沈下・強度不足のために問題を引き起している例を聞くことが多い。

今回、造成工事を行なった埼玉県北葛飾郡 某町 付近も同様の軟弱地盤地帯である。当地域一帯は、江戸川・中川などの河川による開析・堆積作用および海進・海退の影響を受けた代表的な沖積低地であり、上部にはきわめて軟弱な腐植土層およびシルト質粘性土層が分布している。試算によれば、上記宅地造成工事において無処理のまま約4mの盛土を行なった場合、圧密度95%に到る時間が2年～3年を要することがわかった。そこで、早期に圧密沈下を終了させると共に、地盤の強度増加を計る目的で、今回パーチカルドレーン工法の一つであるPVCドレーン工法を適用した結果、所期の目的をほぼ達することができたので、以下に報告する次第である。

2. 工事概要

当地域の地盤改良工事は、施工面積約52,000㎡の圧密終了を待って造成工事を行ない、昭和50年6月までに宅地化するものである。実施施工概要を表-1に示す。

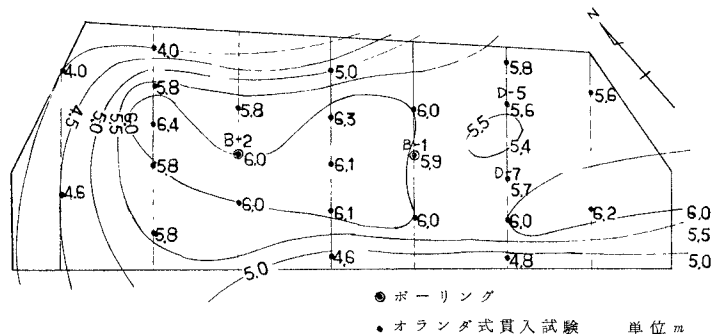


図-1 軟弱粘性土層分布図

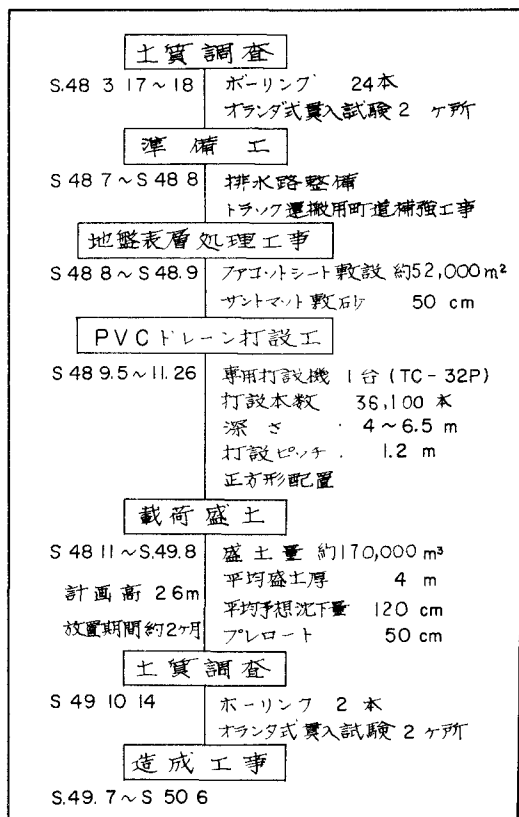


表-1 地盤改良工事実施概要

表-1に示す。

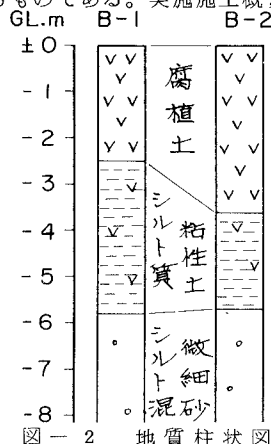


図-2 地質柱状図

3. 地盤状態および土質性状

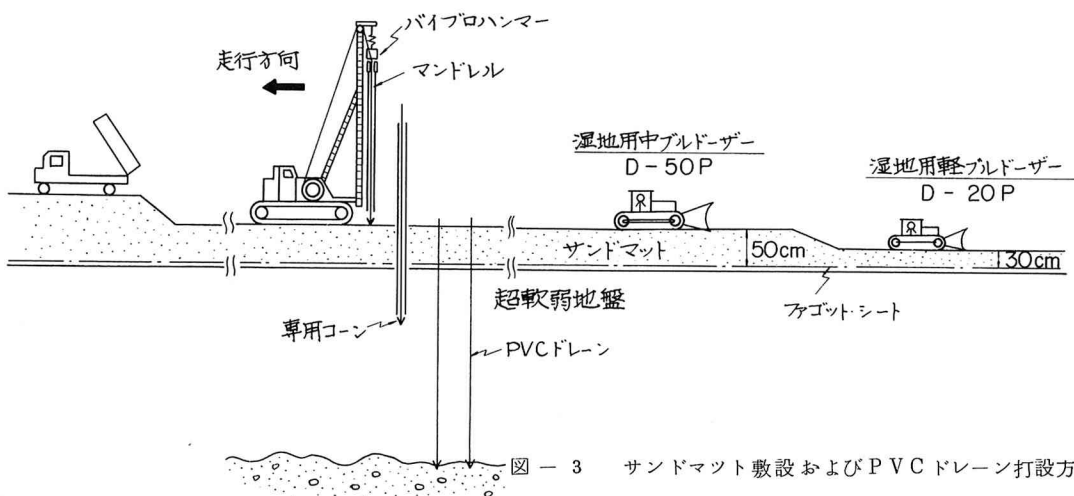
地盤改良前の土質調査の結果、当地盤の上部には腐植土（層厚3～4 m）およびシルト質粘性土（層厚2～3 m）のいわゆる軟弱粘性土がスリパチ状に分布し、その下はシルト混じりの砂質土層となっていることが判明した。図－1にその軟弱粘性土の層厚分布を、また図－2に各ボーリング地点における地質柱状図を示す。

腐植土およびシルト質粘性土の土質性状は表－2に示すとおりである。腐植土の含水比は600%～850%、自然間隙比16～22と非常に大きく、圧縮指数も8～13と高圧縮特性を示している。また、強熱減量試験による有機物含有量をみても50%以上の有機物を含んでおり、したがって、湿潤単位体積重量も約1.03と小さい。このことは、未分解植物繊維が大きく影響していることを示している。一軸圧縮強度は0.05～0.5 Kg/cm²と小さい。また、透水係数が2.0～3.0×10⁻⁶ cm/secと小さいのは、粒度組成からも明かなように、粘土分を50%以上含んでいるためである。一方、シルト質粘性土の含水比は70%～130%、自然間隙比2～4、圧縮指数0.3～2.5と通常の沖積粘土とほぼ同じである。

4. PVCドレーン工法による地盤改良工事

盛土施工において最初に要求されるのが施工機械のトラフィカビリティの確保、すなわち、PVC

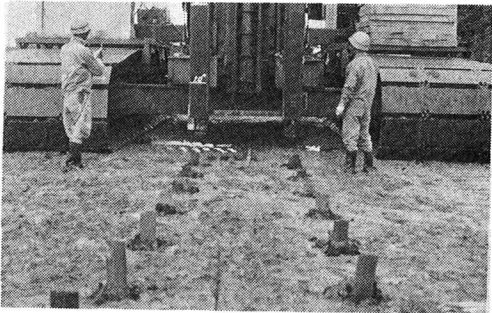
PVCドレン打設機



図－3 サンドマット敷設およびPVCドレーン打設方法

土質試験項目		試験値	
		腐植土	シルト質粘性土
物理特性	比重 Gs	2.47	2.65
	単位体積重量 γt (g/cm ³)	1.03	1.43
	含水比 w (%)	600～850	70～130
	自然間隙比 e	16～22	2～4
	飽和度 Sr (%)	95.2	97.4
	液性限界 WL (%)	360～400	70～170
	塑性限界 wp (%)	90～120	30～50
粒性	レキ分 (%)	0	0～13
	砂分 (%)	1～4	3～70
	シルト分 (%)	25～40	30～50
	粘土分 (%)	50～80	6～50
	有機物含有量 (%)	52～55	1.5～24
力学特性	一軸圧縮強度 qu (kg/cm ²)	0.05～0.5	0.06～0.2
	粘着力 C (kg/cm ²)	0.1～0.2	0.1以下
	圧密性状	Cv (cm ² /sec)	(4～14) × 10 ⁻³
		mv (cm ² /kg)	(2.0～50) × 10 ⁰
		Cc	8～13
	透水係数 k (cm/sec)	(2.0～30) × 10 ⁻⁶	(2.0～70) × 10 ⁻⁷

表－2 腐植土およびシルト質粘性土の土質性状



写真－1 PVCドレーン打設状況

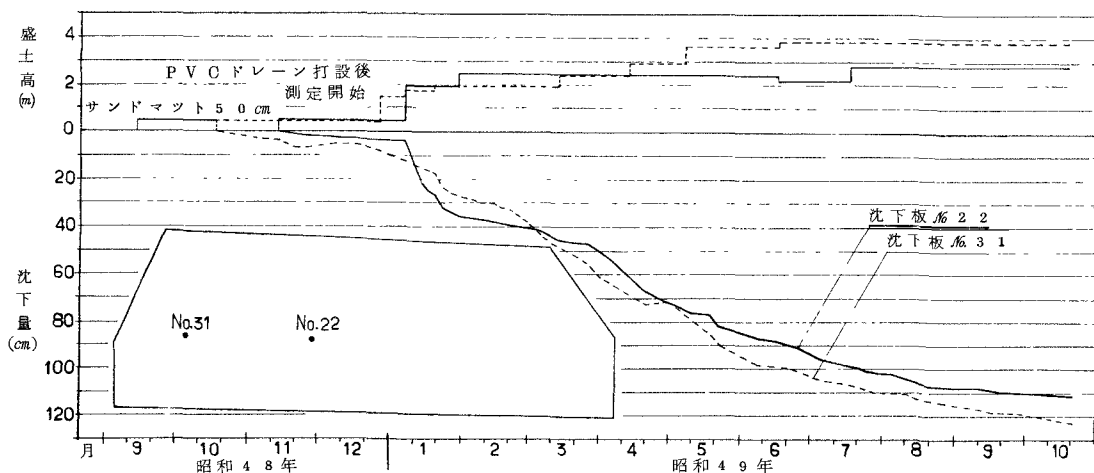


図-4 実測沈下曲線

ドレーン工法においてはドレーン打設機の接地圧の確保であり、また、地盤の流動破壊やまき出し土砂の陥没を防ぐことである。本地域の表層は3.で述べたように超軟弱であり、このため表層処理工法としてファゴット工法を採用した。サンドマットの敷設方法は、図-3に示すように湿地用軽ブルドーザーで約30 cm先行敷砂し、次に湿地用中ブルドーザーでサンドマット厚が50 cmになるまで敷砂した。

サンドマットに使用した山砂の透水係数は、 $k = 0.9 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ の細砂であり、集水性能を高めるためにφ50 mmおよびφ80 mmのドレーンホースを

サンドマット内に埋設した。

PVCドレーンの打設方法は、スワンプクローラー（総重量53.4 t、接地圧 0.16 kg/cm^2 ）にパイプハンマーを取り付け、マンドレル方式によりドレーンピッチ1.2 mで同時2本打設した。（写真-1）

盛土工事は、急速施工による盛土のスベリ破壊を防止するために、第1段階盛土厚さ約1.5 m～2 m、第2段階盛土厚さ0.5 m～2 mに分けた段階盛土方式とした。また、3000 m²に1個の割合で排水釜場を設置し、施工管理のために、区域内に36ヶ所の沈下板を配置して盛土高さと沈下量の測定を行な

った。

5. 施工結果

図-4は造成区域における代表的な実測沈下曲線である。沈下量は、小さいもので1.0 m、大きいものでは1.6 mを超えるものもあり*、測定地点によりかなりバラツキを示しているが、この原因としては(1)軟弱粘性土（特に腐植土）の層厚分布が区域内で異なっていること (2)各測定地点における施工盛土厚さに相違があったこと (3)盛土施工中の沈下板の変動によるものが考えられる。

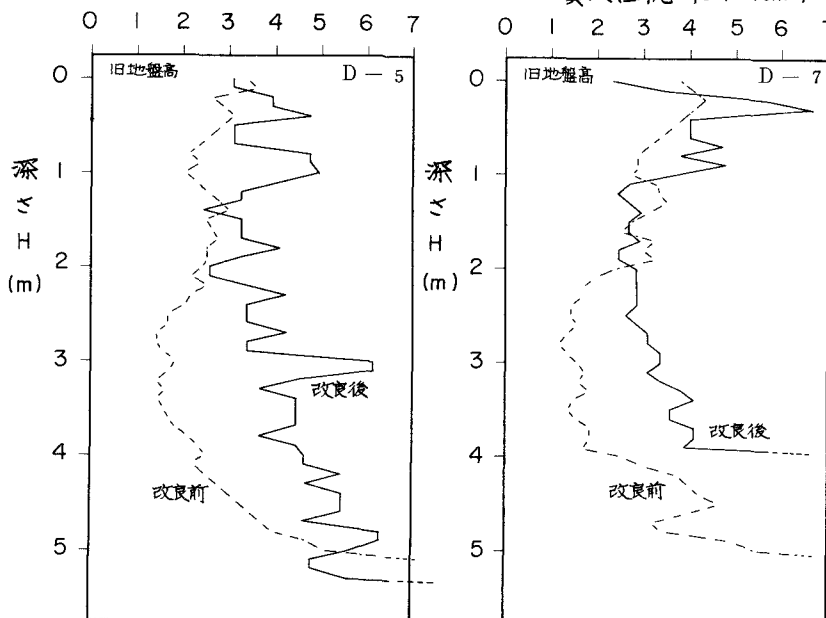


図-5 オランダ式貫入試験結果

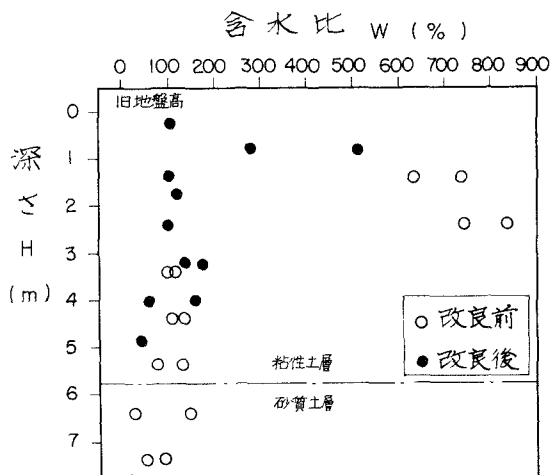


図-6 含水比の変化

昭和49年10月末日における約1ヶ月間の沈下量は2~4cmで全沈下量の5%以内に落着いてきている。図-5はこの時点における改良効果をオランダ式貫入試験の結果で比較したものである。改良効果は、深さ2m以深について著しく、D-5については改良前約15Kg/cm²であったものが改良後約4Kg/cm²に、D-7については改良前約15Kg/cm²であったものが改良後約3.5Kg/cm²と貫入抵抗が増大している。

同様に、図-6, 7, 8はそれぞれこの時点における含水比、一軸圧縮強度、粘着力の改良前後の値について比較したものである。深さ1mまでの改良前の値についてはデータがないが、一応1.4m付近の値とほぼ同じものと考えられる。含水比については深さ3mまでの腐植土層の改良効果が認められ、特に深さ2m~3m付近の含水比は改良前の約700%から改良後の約100%へと著しく改善されており、平均でも400%前後含水比が減少している。一軸圧縮強度については、改良前0.05Kg/cm²~0.2Kg/cm²であったものが、改良後は0.25Kg/cm²~0.5Kg/cm²に増加しており、同様に、粘着力については、改良前約0.1Kg/cm²弱であったものが、改良後は0.2Kg/cm²強に増加している。この強度の増加程度は、盛土厚さ約4m、強度増加率 $\frac{c_p}{p} = 0.31$ から考えて妥当な値であり、腐植土層の地盤改良が順調に行なわれたものと考えられる。

* 打設工事前の整地およびサンドマット工の整地による沈下は別途高低測量により測定した。

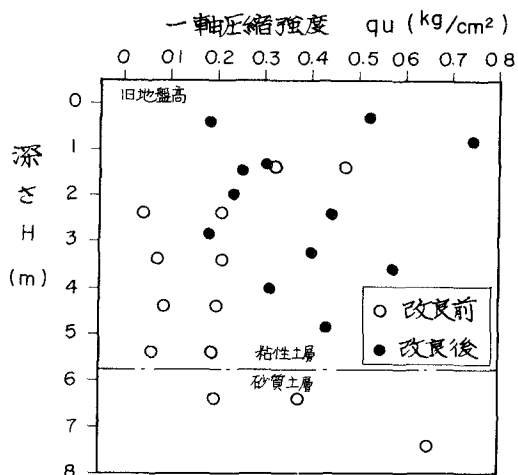


図-7 一軸圧縮強度の変化

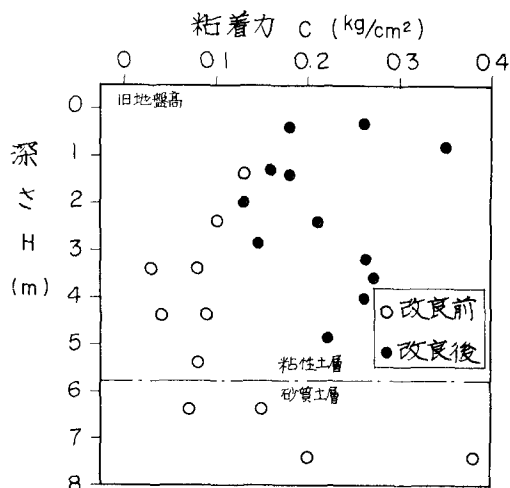


図-8 粘着力の変化

6. あとがき

PVCドレーン工法による地盤改良工事は、国鉄羽沢・東京都朝霞浄水場に次いで今回が3度目の工事であった。ドレーン先端部に装着する専用コーンあるいは打設機本体など、回を追うごとに改良が加えられ、打設能率も大きく向上している。現在、大阪あるいは愛媛県新居浜において大規模な地盤改良工事を実施しているので、次の機会に紹介したい。

最後に、本工事の計画段階から解析段階に到るまで終始助言を頂いた(株)大林組 技術研究所 西林清茂職員に謝意を表する次第である。