

武豊火力発電所軟弱地盤改良試験工事 報告 (ペーパードレーンによる大気圧工法)

中部電力KK・火力建設部 佐 塚 彦
中部電力KK・武豊火力建設所 菅 谷 義 信

1. ま え が き

当工事は、武豊火力発電所内のサービスビル予定地東側附近に残された埋立てたままの軟弱地盤(800 m^2)を、ペーパードレーン打設による大気圧工法により、建設機械の通行可能な程度までに改良する目的で行った、試験工事である。

2. 土質および構成

現地盤構成は旧海底地盤上に+3.50m迄ポンプしゅんせつ船により埋立てを行つたもので、対象となる被改良層厚は平均5.00mである。

設計のために行われた施工前の土質調査結果(第1図)から、諸土質条件は次のように決定した。

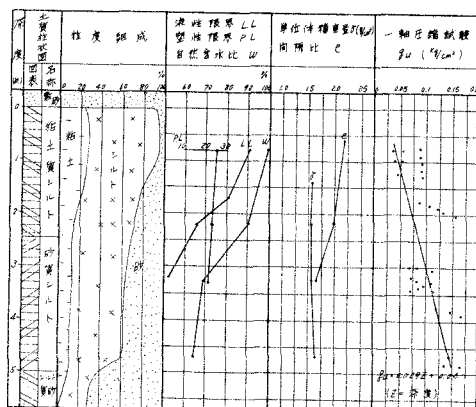
粒度・組成……………砂20%, シルト65%, 粘土15%

一軸圧縮強度…………… $u = 0.04 \text{ Kg/cm}$

粘 着 力…………… $c = 0.02 \text{ Kg/cm}$

圧密係数…………… $C = 7.8 \times 10^{-2} \text{ cm/min}$

e - log 曲線……………第8図参照



第1図 土質試験結果表

3. 計画，設計

I) 必要粘着力

建設機械の通行可能な必要粘着力は，粘土地盤の支持力公式から，次のように推察した。

粘土地盤の支持力公式 $P = 5.5 C / S_F$

建設機械の接地圧 $P = 6 \text{ t/m}^2$ とし $S_F = 2$ とすれば，必要粘着力

$$C = P \cdot S_F / 5.5 = 6 \times 2 / 5.5 = 2.2 \text{ t/m}^2$$

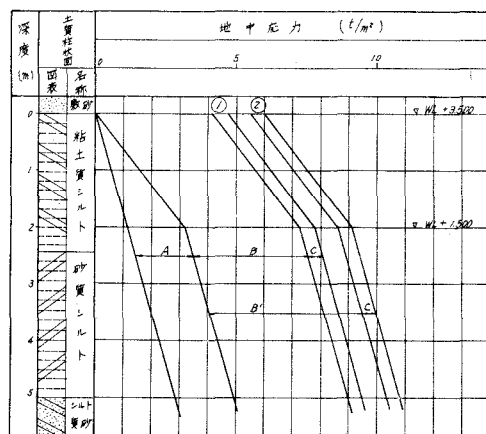
II) 必要載荷重

必要とされる載荷重は，載荷重による粘着力の増加率 $\Delta C / \Delta P = 0.3$ とすると， $\Delta C = 2.2 - 0.2 = 2 \text{ t/m}^2$

$$\Delta P = \Delta C / 0.3 = 2 / 0.3 = 6.67 \text{ t/m}^2 \text{ となる}$$

これを水銀柱 Hg cm に換算すると

$$\text{Hg} = 0.667 / 0.0136 = 50 \text{ cm}$$



第2図 地中応力図

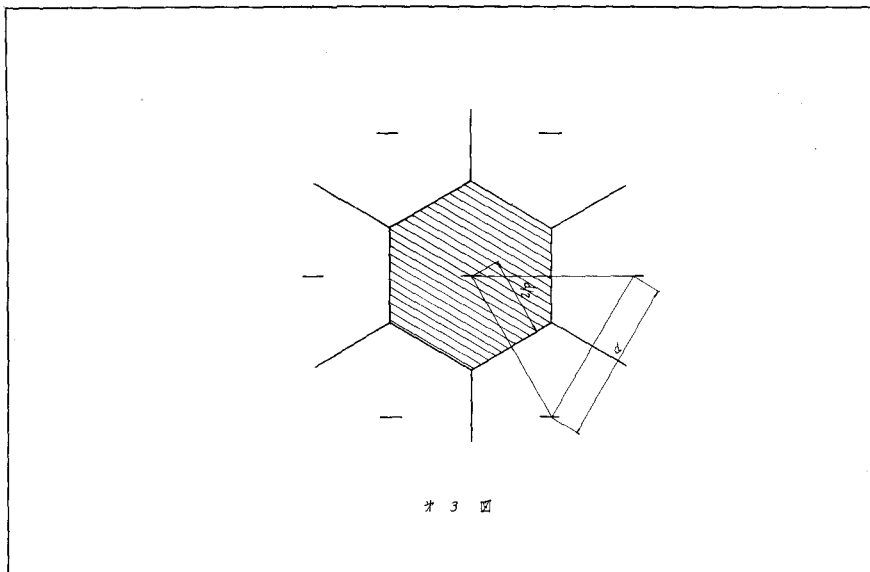
第2図は，敷砂の $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ ，粘土，シルトの $\gamma = 1.55 \text{ t/m}^3$ とし，

①は $\text{Hg } 30 \text{ cm}$ ，②は $\text{Hg } 40 \text{ cm}$ に相当する負圧による地中応力である。A はサンドシーム内脱水による水位低下分の荷重増分，B は $\text{Hg } 30 \text{ cm}$ ，B' は

Hg40cm, σ は敷砂30cm厚とした場合の圧密有効応力である。

Ⅲ) ベーバーピッチ, および, 圧密期間

ベーバーピッチは正三角形配置, 2本/ m^2 とし, 第3図のように打設した。



一本のドレーンの受け持つ排水面積は, 第3図の斜線部分の面積であり, 2本/ m^2 = 1本/ $0.5 m^2$ であるから $(\sqrt{3}/2)d^2 = 0.5 \therefore d = 0.76m$

$$de = 0.76 \times 1.05 \div 0.8m = 80 cm$$

水平方向圧密係数 $c_v^h = 2c_v^v$ と仮定すると,

$$c_v^h = 2 \times 7.8 \times 10^{-2} = 1.56 \times 10^{-1} cm/min$$

カードボード一枚は $\phi 5.0cm$ のサイドパイル一本と同一効果をもたらすことが実証されている。当計画では, $\phi 5cm$ のサンドパイルとして計算を進める。

$$n = 80/5 = 16.$$

90%圧密に要する時間を t_{90} とすれば, 時間係数 $T_{90} = 0.59$ であるから

$$t_{90} = (d_e^2 / c_v^h) \times T_{90} = (80^2 / 1.56 \times 10^{-1}) \times 0.59 = 2.42 \times 10^4 min$$

$$= 16.8 day$$

iv) 圧密沈下量

軟弱層中間部での代表的 $e-\log P$ 曲線第 8 図から, $P_0 = 0.55 \times 2.5 = 1.38 \text{ t/m}^2$ に対応する間隙比は, $e_0 = 1.85$ である。

圧密が 100% 完了した場合の有効応力は, 第 2 図から $P_1 = 6.7 \text{ t/m}^2$ であり, これに対応する間隙比は $e_1 = 1.50$ である。

従つて, 圧密率 90% では間隙比の減量は

$$\Delta e = (e_0 - e_1) \times 0.9 = (1.85 - 1.50) 0.9 = 0.315$$

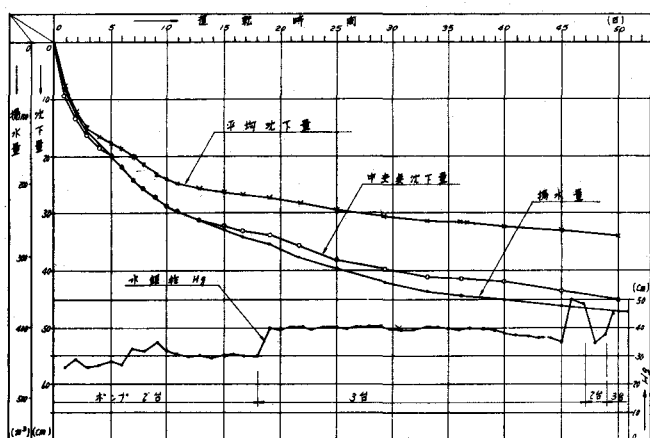
粘土層の厚さを 5.00m とすると沈下量は

$$S = \Delta e / (1 + e_0) H = 0.315 / (1 + 1.85) \times 500 = 55.2 \text{ cm}$$

4. 施工管理状況, および, 改良結果

バキュームポンプ運転は 39 年 11 月 1 日から開始し, 沈下量, 揚水量の測定を始めた。ポンプ運転は連続運転とし, チェックボーリングその他やむを得ない場合を除き, 運転の休止はさけた。

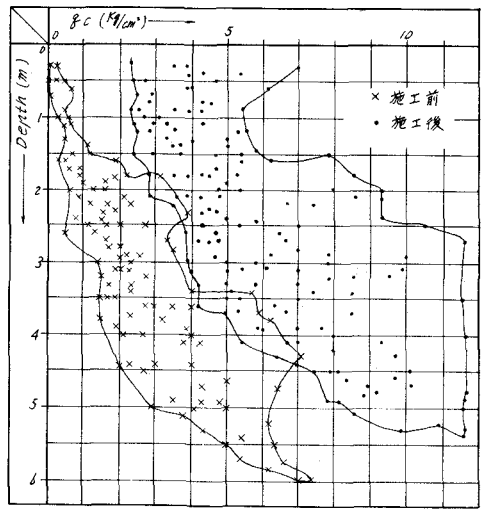
第 4 図の如く, 沈下量は当初の推定値よりかなり下まわつた。これは, 粘土層中に層状に多数のサンドシームが介在しており, その影響があつたものと思われる。負圧は当初 15 HP のバキュームポンプ 2 台で Hg 30 cm, のちに 3 台で Hg 40 cm を得た。強度増加の測定はコンペネトロメーターと一軸圧縮試験にて行つた。



第 4 図

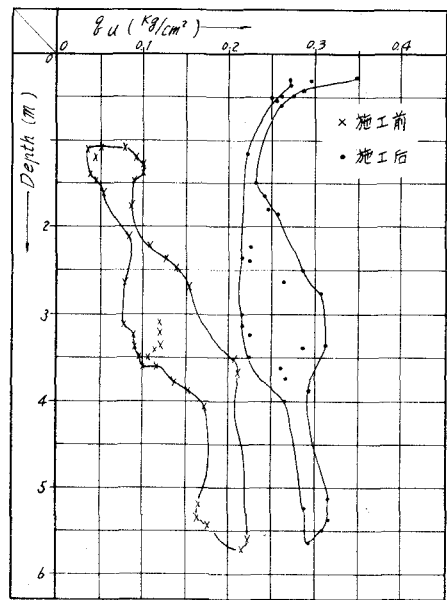
改良前後の測定結果を第5～8図に示す。

1) コンペネトロメーターによる測定結果



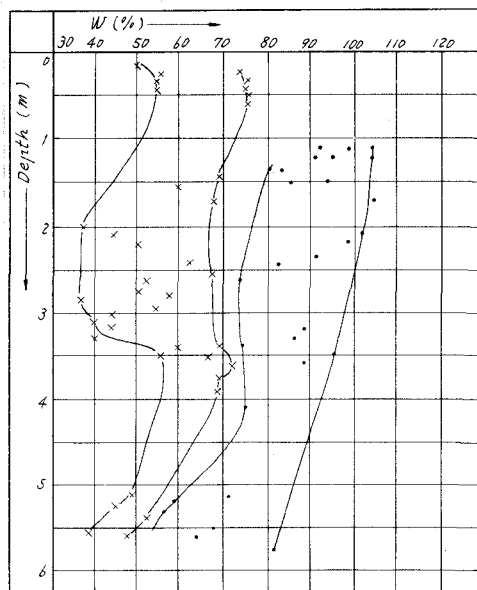
第5図 Depth - g_c 図

II) 一軸圧縮試験結果



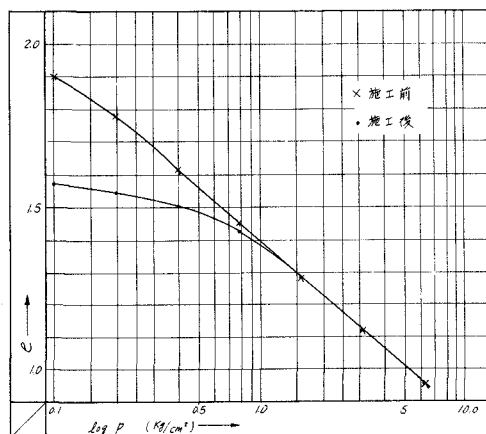
第6図 Depth - g_u 図

Ⅲ) 含水比の変化



オ7 図 Depth - W (%) 図

Ⅳ) $e - \log P$ 曲線の変化



オ8 図 $e - \log P$ 曲線

v) 土質の諸性質の変化

項 目	単 位	圧 密 前	圧 密 後
自 然 含 水 比	%	74.2	64.7
単 位 体 積 重 量	g/cm^3	1.581	1.643
粒 子 比 重	——	2.680	2.995
飽 和 度	%	97.6	98.7
液 性 限 界	"	76.4	80.8
塑 性 限 界	"	22.5	26.4
コ ン シ ス テ ン シ ー	——	0.041	0.291
鋭 敏 比		非 常 に 大	非 常 に 大 (19)
粘 着 力	t/m^2	0.2	2.35
間 隙 比	——	1.81	1.60

第 1 表

強度増加状況はコンペネトロメーターと一軸圧縮試験値にかなりの差が生じた。これは、層中に多く含まれたサンドシームのため一軸用試料成形の不可能に近いものが多かつたためである。従つて、コンペネトロメーターによる測定値を取つた方が妥当であると判定した。

コンペネ値 q_c の最弱部の粘着力 $C = 2.3 \text{ t/m}^2$ であるから、 $SF = 2$ とすると、許容支持力 P は $P = 5.5C/SF = 6.3 \text{ t/m}^2$ となり、設計支持力 $6t/m^2$ を得ることができた。

5. あとがき

当工法の利点は、土砂の載荷の場合と異なり、滑り破壊の危険がない。また、砂が高価な場所、載荷土砂の転用場所のない場合などである。

不利な点は、理論的には 10 t/m^2 の負圧が作用するわけであるが、実際には $6 \sim 7 \text{ t/m}^2$ であること、従つて、これ以上の載荷重を要求する場合は、土砂の載荷を併用しなければならない。また、ビニール膜端の埋込に際し、

サンドシームの多い地盤ではベントナイト等による密閉が必要となる。

参考までに、本工事の工程を示せば第2表のようである。

以 上

工 種	数 量	1964 年						1965年	
		10 月		11 月		12 月		1 月	
		10 20		10 20		10 20		10 20	
準 備 工	1 式								
敷 砂 工	240m ³								
ペ ー パ ー 打 設	1521本								
パイプライン計 器 設 置	125 m								
ビニール被覆工	800m ²								
圧 密 期 間									
チェックボーリング	9ヶ所								
コンペネトロメ ーター 試 験	"								
あとかたづけ	1 式								

第 2 表 工 事 工 程 表