

現場 基礎地盤 支持力 調査 및

室內試驗值와의 比較

Correlation for Field Foundation Investigation and Laboratory Testings

김	주	범
Ju	Bum	Kim
차	준	형
Jun	Hyung	cha

및 灌溉改善을 期하기 爲하여 1966年 12月 12日 本 地區 事業計劃 認可를 得하여 現在 工事中인 地區임.

Ⅱ. 事業計劃概要

組合名: 釜山鎮土地改良組合

地區名: 沙上地區

目的: 灌溉 및 排水改善

區 域: 釜山鎮區 龜浦洞, 毛羅洞, 三樂洞, 德浦洞, 掛法洞, 甘田洞, 周禮洞, 鶴章洞, 殿弓洞,

地 積: 區域面積 580 町步

蒙利面積 535 町步

工事

1. 水源工

遊水池位置

龜浦, 毛羅, 三樂, 德浦, 掛法

流域面積: 1,210 町步

滿水面積: 35 町步

貯水 量: 總貯水量 60.75 町步

湧水 量 1.74 m³/sec

2. 攔排水場

i) 三樂攔排水場

位 置: 三樂洞, 洛東江邊

灌溉面積: 336.6 町步

攔水 量: 1.05 m³/sec

實揚程: 2.63^m

流域面積: 1,210 町步

排水 量: 7.60 m³/sec

實揚程: 2.70^m

원 프: 700^{mm} 1台, 1,000^{mm} 3台

電動機: 100HP 1台, 175HP 3台

ii) 殿弓排水場

位 置: 洛東江과 殿弓承水路의 合流點

流域面積: 580 町步

排水 量: 3.50 m³/se:

目 次

- I 緒 言
- II 地區概要
- III 事業計劃概要
- IV 位置 및 交通
- V 地形概要
- VI 地質概要
- VII 地盤調査試驗
- VIII 調査試驗機械
- IX 諸試驗
- X 諸計算
- XI 結 言

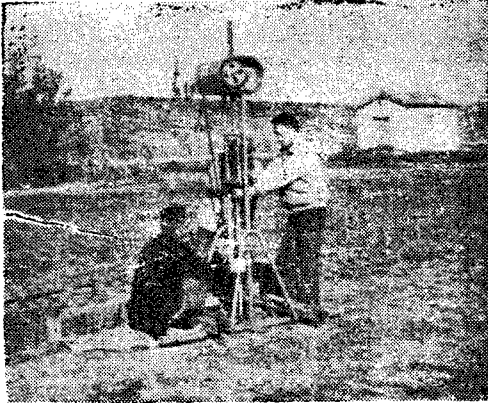
I. 緒 言

本調査는 慶南 釜山市 釜山鎮區 沙上驛에 가까운 三樂洞 洛東江邊에 築造될 攔排水場 基礎地盤 土質調査 임

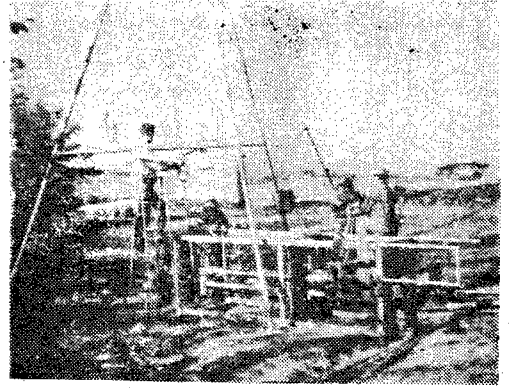
이 地域은 洛東江 河口에 位置하여 있으며 現在 攔排水場은 既設防水堤에 築造되며 이 地點은 防水堤 築造以前에는 河床으로써 洪水의 泥濘 및 潮水의 影響으로 因하여 細粒 실트質 堆積物이 相當한 깊이로 堆積되어 있는 곳으로 構造物이 실트質 基礎地質에 미치는 地盤應力 및 말뚝支持力等을 알코자 燻式 貫入試驗, 中型動的 圓錐貫入試驗, 말뚝載荷試驗 및 室內土質試驗等을 實施 安全支持力을 算出 比較檢討코저함.

Ⅱ. 地區概要

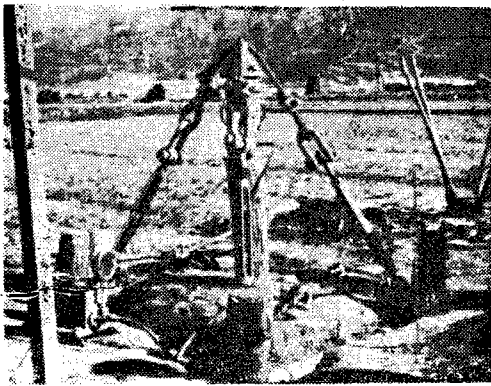
本 事業地區는 釜山市 釜山鎮區 掛法洞外 8 個洞에 亙한 洛東江 最下流部 左岸에 展開된 535 町步의 畚地帶이며 大部分이 海拔 標高 0.5~2.0^m의 低地帶로서 每年 洪水時에는 河川 堤防完成으로 外水의 被害는 없으나 洛東江의 水位上昇으로 既設 排水閘門으로는 地區內 排水가 不完全하여 大部分의 耕地가 浸水되어 莫大한 水害를 입을 뿐만 아니라 旱魃時에는 水利施設의 未備로 旱害를 免치 못하는 形便이므로 이의 排水



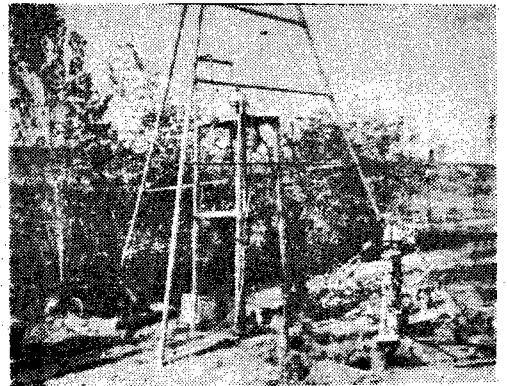
화강式 圓錐貫入試驗



中型動的 圓錐貫入試驗



말뚝載荷試驗



靜試料採取

實揚程: 4.25^m

펌 프: 900^{mm} 2台

電動機: 200HP 2台

IV. 位置 및 交通

本地域은 東經 129° 北緯 35° 10' 線上에 位置하여 行政區域上으로는 慶南釜山市 釜山鎮區 三樂洞外 8個 洞에 該當한다. 交通은 京釜線上 釜山驛에서 上行 約 12 km 地點의 沙上驛에서 下車하며 陸路로는 各種 버스가 빈번히 往來하여 便利한 便이다.

V. 地形概要

重要山界는 釜山北側 約 6 km 地點에 位置하는 白楊山(642m)과 其外 上雞峯을 最高峰으로 南北方向으로 길게 發達하여 있으며 또 洛東江河口 以西에는 大小規模의 數條의 山嶺들이 険峻한 地勢를 이루고 있고 洛東江 河岸에는 넓은 沖積平野를 形成하고 있다.

이 河口附近의 沖積層은 一般의으로 海拔 20 m 以內의 沖積平野로 壯年期에 該當하는 地形을 이루고 있다.

河系는 白楊山과 山雞峯을 分水嶺으로 흐르는 小支流들이 西쪽으로 흘러 洛東江에 이른다.

또 小白山脈과 太白山脈을 分水嶺으로 慶北尙州에서 始流하는 洛東江은 곳곳에서 많은 支流를 合流하여 蛇行하여 흘러 龜浦以南에서는 거이 南流하여 南海에 流入된다. 河口附近의 平常時 流幅은 平均 500~700m 以內이며 洪水時에는 約 1~1.5 km의 河幅을 形成한다.

VI. 地質概要

이 地域에는 主로 慶尙系 佛國寺統에 屬하는 石英斑岩과 花崗質岩石이 分布되어 있다. 石英斑岩은 沙上以西 地域에 넓게 分布되어 있으며 殿弓과 沙上東쪽에는 佛國寺統으로 보여지는 花崗岩이 넓게 分布되어 있다.

石英斑岩은 肉眼으로 지름 1~2 mm 內外의 石英斑晶을 보여주며 暗灰色을 띠우는 微晶質岩石으로 緻密 견고하여 風化作用에 견딜 수 있음으로 一般의으로 높은 地形을 形成하고 있다.

節理는 主로 N 20° E~N 50° E가 代表的이며 傾斜는 東으로 50°~70° 傾斜되었다.

龜浦에서 부터 거이 南流하여 南海에 이르는 洛東江河口에는 넓은 沖積層이 發達되어있으며 河口에 갈수록 上流보다 泥土層이 많이 發達되어 있다.

그리고 小支流나 山麓附近河床에는 자갈들이 많이 나타나 있다.

本地域附近 白楊山을 分水嶺으로하는 小支流들은 거이 西쪽으로 흐르며 上流에 갈수록 泥土質이 적고 洛東江本流沿岸은 農耕地가 大部分 泥土質인 點으로 보아 이런 現象은 風化生成物이 泥質化될 수 있는 根源岩이 洛東江 上流部에 많이 分布되어 있음을 보여준다.

地質圖에 依하면 洛東江 上流部는 大部分 慶尙系地層으로 形成되어있고 其外 花崗岩類가 곳곳에 Boss 狀으로 나타나 있으며 主로 慶尙系地層으로 形成되어 있다. 一般으로 shale質 岩石이 風化作用을 받으면 쉽게 泥土質化하며 其外 Porphyrite, Andesite 등이 風化하여 粘土化되는 것으로 보아 上流部의 分布岩石들은 主로 上記岩石 등이 分布되어 있을 것으로 思料된다.

특히 shale 은 他岩에 比하여 쉽게 風化作用을 받아 泥土化하며 河流의 運搬作用으로 下流部에 堆積된다.

VII. 地盤調査試驗

앞에서 말한 바와 같은 細粒 砂質泥土 地盤에 支持力을 알기 爲하여 現場試驗과 室內試驗을 하였으며 現場試驗으로는 標準貫入値를 求하기 爲하여 中型動的 圓錐貫入試驗을 1件, 地盤支持力을 直接 求하기 爲하여 輻輳式 圓錐貫入抵抗試驗을 4件 또 現場달록 載荷試驗 1件 등을 實施하였으며 이와 並行하여 室內實驗을 하기 爲하여 靜試料를 採取하였는데 特히 試料 採取에 있어서는 試料의 自然狀態를 爲하여 打入式을 止揚하고 緩速押入式 試料採取方式을 採取하여 조심스럽게 採取하였다.

VIII. 調査試驗機械

1) 標準貫入試驗의 N값을 測定하기 爲하여 中型動的 圓錐貫入試驗을 實施하였으며 使用機具는 다음과 같다.

- i) 30 kg 重錘 1個
- ii) 콘(cone) 1개
- iii) 三脚 1組
- iv) 도루래 1개
- v) 룯드 15 m
- vi) 녹징 헤드 1개
- vii) 와이야르푸, 마니라르푸 및 기타 부속 공구

2) 地盤支持力測定을 爲하여 輻輳式 圓錐貫入試驗機를 使用하였음.

이 機械는 組立式으로 運搬이 便利하며 動力은 手動으로 Proving Ring 最大容量은 1,000 kg 이며 機械設置는 Anchor pile 4個로 本體를 견고하게 支持할 수 있고 押入 룯드는 二重管으로되어 周邊摩擦없는 純粹한 先端

cone 支持力을 直接 Proving Ring 으로 읽을 수 있다.

Proving Ring 은 精度에 따라 100 kg, 300 kg, 1,000 kg 의 세가지로서 任意로 쓸 수 있고 作用力은 Dial gauge 로 읽어 이를 圖表 및 計算으로 單位面積當 支持力을 算出할 수 있다. 均質泥土地盤에서는 極히 便利한 機械이며 그 構造는 다음과 같다.

- | | |
|---|----------------------|
| i) 花란式 圓錐貫入試驗機本體 | 1 台 |
| ii) Screw Anchor | 4 個 |
| iii) Anchor frame (long 2 個, short 2 個) | 4 個 |
| iv) Handle | 1 개 |
| v) Proving Ring | 3 개 |
| | (100, 300, 1,000 kg) |
| vi) Penetration Cone | 1 개 |
| vii) Extension Sleeve Pipe | 20 m |
| viii) Extension Rod | 20 m |
| ix) Rod Head | 1 개 |
| x) Screw Anchor Handle | 1 개 |
| xi) Wrench | 2 개 |

3) 말뚝의 支持力을 直接알기 爲하여 말뚝載荷試驗을 實施하였음.

이 試驗은 50 ton 油壓 Jack 를 試驗말뚝上에 設置하고 그 試驗말뚝 周圍에 支持말뚝 네個를 打入하여 이 에 와이야로푸를 걸어 힘을 試驗말뚝에 주어 押入量과 載荷荷量을 測定하여 支持力을 試驗하였으며 附屬機具는 다음과 같다.

- | | |
|---------------------|-----|
| i) 50 ton Jack | 1 개 |
| ii) 油壓펌프 및 壓力호스 | 1 개 |
| iii) Dial gauge | 1 개 |
| iv) Turn Buckle | 4 개 |
| v) File Chocker | 4 개 |
| vi) Jack Cap | 1 개 |
| vii) Jack Cap Sling | 2 개 |
| viii) Trench Brace | 4 개 |
| ix) 자 | 1 개 |
| x) 몽키 | 2 개 |
| xi) Wrench | 2 개 |

4) 靜試料를 採取하기 爲하여 New Sampling Apparatus 를 使用하였음.

이는 地質調査用 試錐機와는 달리 大型의 機械本體에 附着되어있는 回轉軸에 4 inch Casing 을 連結하여 人力으로 廻轉시킨과 同時에 壓力水를 注入하여 Casing 內의 흙을 Casing 外側으로 물과 함께 壓出하는 裝置이며 要求되는 地點에서 샘플링 헤드에 Thin Wall Tube Sampler 를 달고 이를 룯드에 連結, 地中에 우인치를 使用하여 徐徐히 壓入하였으며 샘플라 속에는 試料가 脫落되지 않게 하기 爲하여 Piston이 있어 이

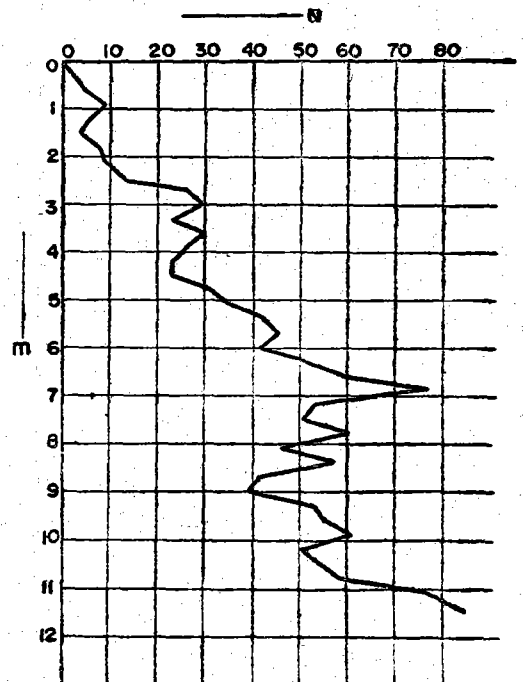
Piston Rod 를 잘 操作함으로써 完全한 試料를 採取할 수 있다.

이 機械는 特히 泥土 地盤層에 適合하여 그 構成은 다음과 같다.

- | | |
|-------------------------------|------------|
| i) 本體 | 1 台 |
| ii) 三脚 | 1 조(6m) |
| iii) 도루래 | 4 개 |
| iv) 우인치 | 1 台 |
| v) Screw Anchor | 4 個 |
| vi) Anchor Beam | 4 " |
| vii) 사다리 | 1 조 |
| viii) Casing | 10m(4inch) |
| ix) Rod | 15 m |
| x) Piston Samper | 1 개 |
| xi) Thin Wall Tube | 10 개 |
| xii) Gasoline engine pump | 1 台 |
| xiii) Vinyl hore | 10 m |
| xiv) 체인롱(36") | 1 개 |
| xv) 파이프렌치(36") | 2 개 |
| " (36") | 2 " |
| xvi) 몽 키 (12") | 2 " |
| " (6") | 2 " |
| xvii) 와이야로푸, 스파나, 마니라로푸 기타 공구 | |

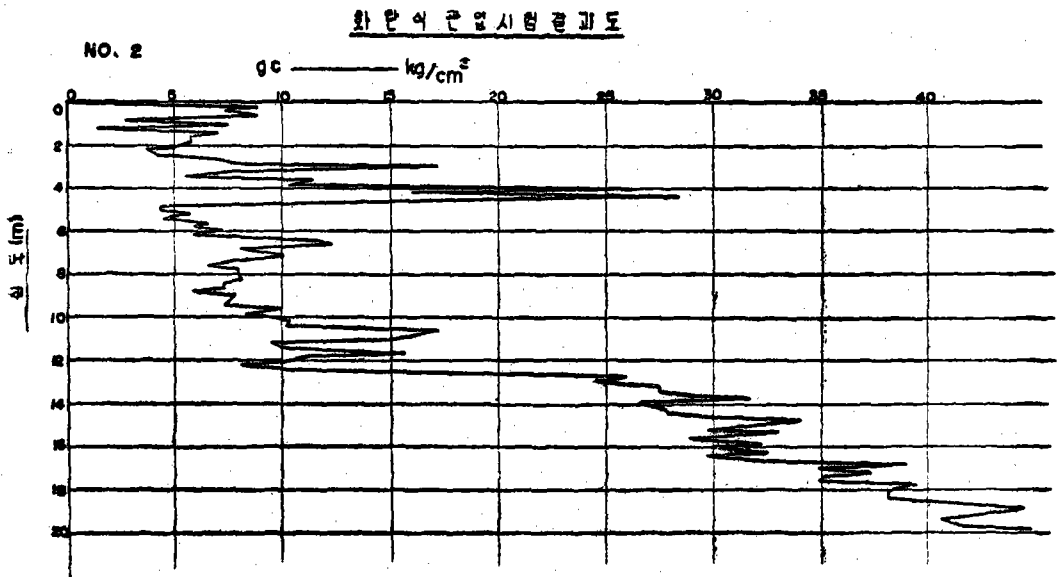
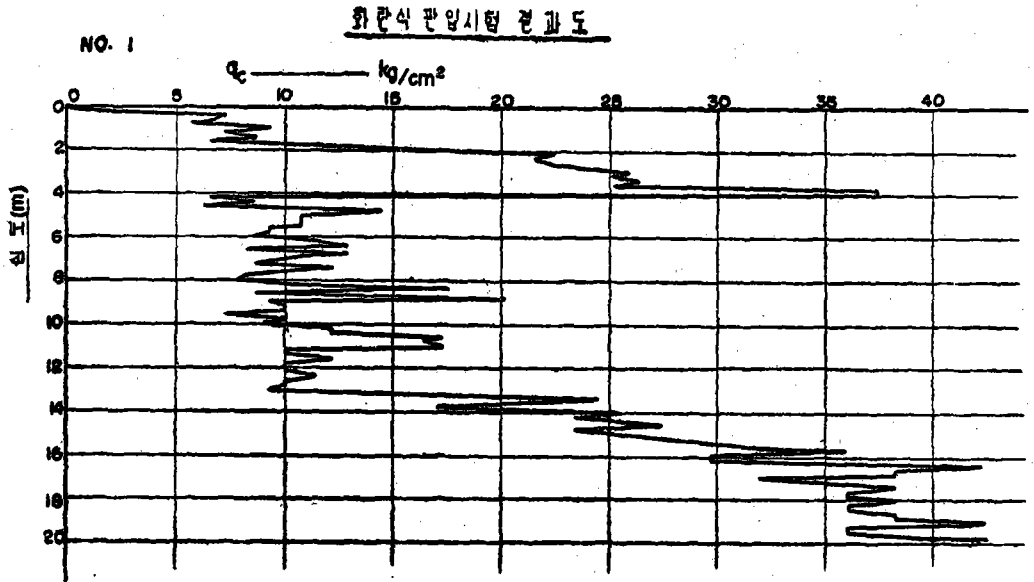
IX. 諸 試 驗

大型動的圓錐貫入試驗

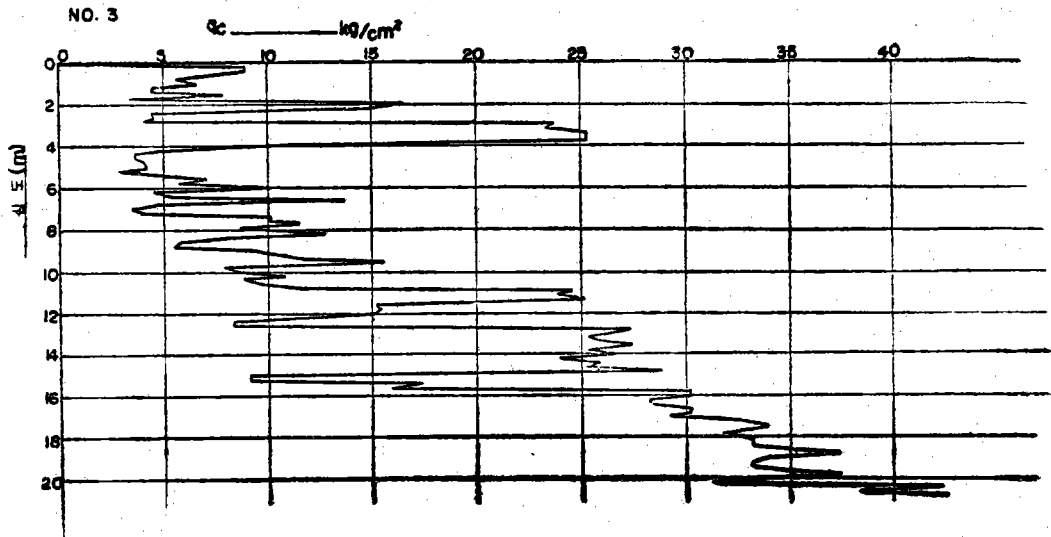


1) 中型動的圓錐 貫入試驗表

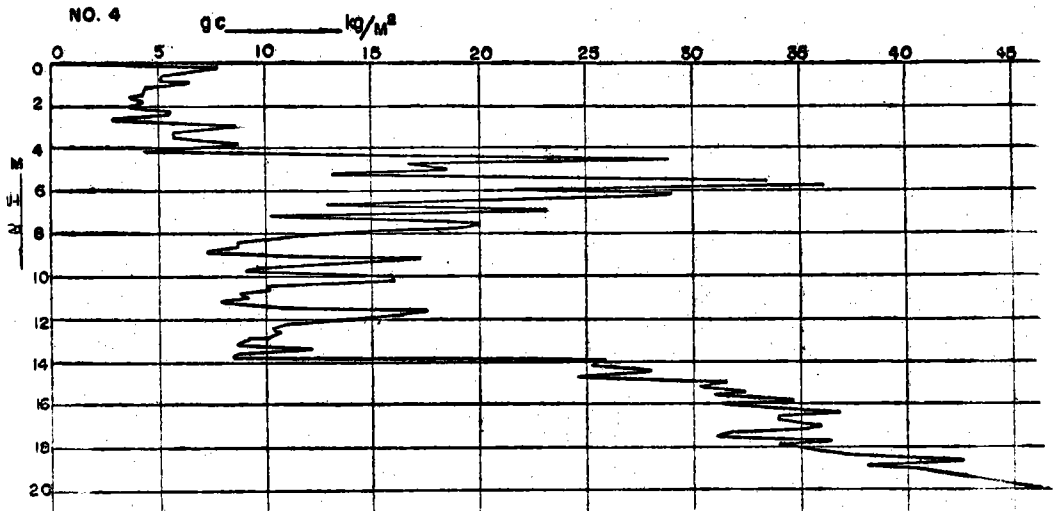
深 度	N 數	度 深	N 數	深 度	N 數	度 深	N 數
0m	0	3.00m	29	6.00m	41	9.00m	39
0.30	0	3.30	23	6.30	51	9.30	53
0.60	5	3.60	30	6.60	59	9.60	55
0.90	9	3.90	26	6.90	77	9.90	60
1.20	5	4.20	23	7.20	53	10.20	50
1.50	4	4.50	23	7.50	50	10.50	54
1.80	8	4.80	31	7.80	60	10.80	58
2.10	9	5.10	35	8.10	46	11.10	76
2.40	13	5.40	42	8.40	57	11.40	82
2.70	26	5.70	45	8.70	41		



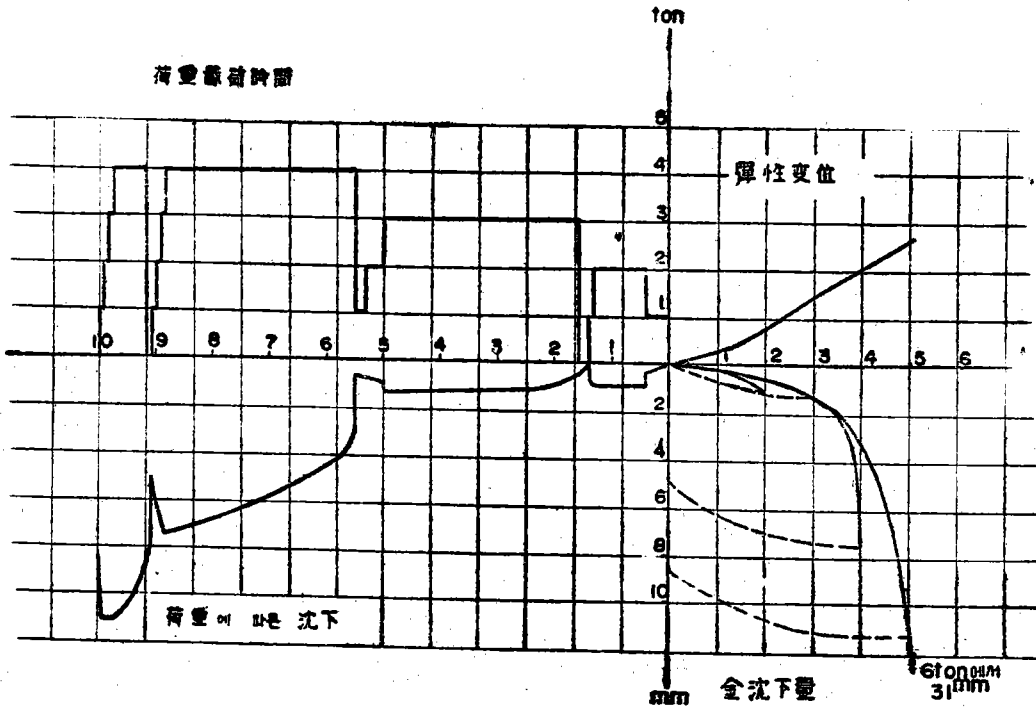
화관식 관입 시험 결과도



화관식 관입 시험 결과도



3) 地杭載荷試驗圖



4) 室內土質試驗

New Sampling Apparatus 로 採取한 靜試料에 對하여 다음과 같은 諸試驗을 實施하였으며 그 結果는 別表와 같다.

i) 物理性試驗

- ㄱ) 比重試驗
- ㄴ) 粒度分析試驗

ㄷ) 液性限界

ㄹ) 塑性限界

ii) 力學試驗

- ㄱ) 一軸壓縮試驗
- ㄴ) 三軸壓縮剪斷試驗
- ㄷ) 壓密試驗
- ㄹ) 直接剪斷試驗

試驗結果綜合表

區分	單位	No. 1 (1~2m)	No. 2 (3~4m)	No. 3 (6~7m)	No. 4 (9.30~10.3m)	비고	
粒度分析	<0.005mm	%	28.00	35.00	17.00	34.00	
	0.005~0.074	%	67.16	61.00	16.38	56.06	
	0.074~#No4	%	4.84	4.00	66.62	8.84	
稠度	液性限界	%	44.30	43.30	N.P	4.30	
	塑性限界	%	29.25	29.79	N.P	29.56	
	塑性指數	%	15.01	14.31	N.P	11.74	
比重		%	2.685	2.664	2.664	2.661	
	의分類	%	ML	ML	SM	ML	
	ϕ	度	2°00'	0	11°00'	7°30'	
三軸試驗	ϕ_{pp}	"	8°20'	0	27°00'	32°40'	간격수압고려
	$\tan\phi$		0.03492	0	0.19438	0.13165	
	$\tan\phi_{pp}$		0.14648	0	0.50953	0.63707	간격수압고려
	C	kg/cm ²	0.07	0.14	0.45	0.17	
	C_{pp}	"	0.08	0.14	0.26	0	간격수압고려

一軸壓縮試驗(q_u)	"	0.24	0.156	0.11	0.138
地杭力試驗(q_c)	"	9.50	30.36	11.15	10.29
標準貫入試驗(N)		5.0~9.0	26.0~30.0	41.0~77.0	50.0~60.0
單位重量	t/m ³	1.719	1.735	1.920	1.885
先行荷重	kg/cm ²	0.88	1.05	0.56	0.80
直接剪斷	C	—	0.0025	0.15	0.024
	ϕ	—	22°00'	29°	23°
現場含水量	%	40.30	47.80	31.70	34.05

壓密試驗表

試料	區分	荷重 kg/cm ²	壓密試驗表						
			0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.8	0.8~1.6	1.6~3.2	3.2~6.4	6.4~12.8
No. 1	Cc × 10 ⁻⁶ cm ² /sec		2820	2723	2627	2487	2285	2076	1883
	Cv		—	0.0897	0.1661	0.2290	0.3256	0.2890	0.3060
	e		1.208	1.170	1.132	1.072	0.989	0.896	0.807
No. 2	Cv × 10 ⁻⁸ cm ² /sec		1360	1593	1560	1496	1740	1561	2490
	Cc		—	0.1062	0.0465	0.2555	0.3455	0.3522	0.3350
	e		1.269	1.211	1.188	1.142	1.052	0.947	0.843
No. 3	Cv × 10 ⁻⁸ cm ² /sec		6265	6095	5972	5775	5535	5280	4525
	Cc		—	0.0698	0.0532	0.1162	0.1162	0.1595	0.1960
	e		0.830	0.808	0.790	0.764	0.729	0.688	0.634
No. 4	Cc × 10 ⁻⁸ cm ² /sec		6275	6140	6070	5945	5750	5515	5240
	Cc		0.0281	0.0565	0.0399	0.0830	0.0998	0.1461	0.1960
	e		0.907	0.890	0.876	0.857	0.830	0.793	0.741

X. 諸計算

1. 花란식 圓錐貫入抵抗試驗과 말뚝載荷試驗과의 關係

花란식 圓錐貫入抵抗試驗 No.1 試驗孔에서 地表面下 5.5 m 地點에 貫入抵抗值을 살펴보면 10.80 kg/cm²이므로 이 數值를 實際 試驗에 使用된 말뚝에 適用시켜 말뚝支持力과 말뚝摩擦力을 計算해 보고자 한다.

여기서 貫入抵抗值은 實際로 흙이 剪斷될 때의 數值이므로 이 數值를 使用하여 計算되는 힘은 極限支持力이 될것임 故로 말뚝 極限先端支持力을 Q_p 라하면

$$Q_p = \pi R^2 q_c$$

$$= 3.14 \times \left(\frac{16.5}{2}\right)^2 \times 10.80 = 2.310 \text{ kg}$$

今般載荷試驗에 使用된 말뚝의 크기는 길이 6 m 끝 지름 16.5 cm 였으며 말뚝載荷試驗圖, 荷重—沈下量曲線에서 變曲點이 3.0 ton 附近이므로 이 點을 許容말뚝支持力으로 보고 極限支持力은 5 ton 으로 본다.

上記 Q_p 에서 말뚝極限先端 支持力이 2.31 ton 인데 載荷試驗에서 極限支持力이 5 ton 이므로 이들 數量의

差가 말뚝에 摩擦力이 될 것임으로 이 힘을 Q_f 라고 하면

$$Q_f = 2\pi R l f \text{ (周邊摩擦力)}$$

인데 Q_f 의 量은

$$Q_f = Q - Q_p = 2\pi R l f \text{ 가 되므로}$$

$$Q_f = 5 - 2.31 = 2.69 \text{ ton}$$

위式에서

$$R = \frac{16.5}{2} \text{ cm}, Q = 5 \text{ ton}, l = 550 \text{ cm}$$

$$\text{故로 } 2.69 = 2 \times 3.14 \times \frac{0.165}{2} \times 5.5 f$$

여기서 말뚝과 흙사이에서 生기는 摩擦係數 f 값을 算出하면

$$f = \frac{2.69}{2 \times 3.14 \times 0.165 \times 5.5}$$

$$= 0.943 \text{ t/m}^2 \quad (\text{말뚝周邊摩擦係數})$$

이를 補助말뚝에서 計算해 보기로하면 말뚝에 5 ton에 荷重을 加하였을때 補助말뚝 4個中 3個말뚝이 引拔되었으므로 이 補助말뚝의 接地面積을 A_p 라하면

$$A_p = 2\pi R l \times 3$$

$$= 2 \times 3.14 \times 0.0825 \times 2.60 \times 3$$

$$= 4.04 \text{ m}^2$$

여기서 흙과 말뚝과의 摩擦係數를 算出하여 보면

$$f = \frac{5}{4.04} = 1.236 t/m^2$$

試驗말뚝의 摩擦係數 f 는 $0.943 t/m^2$

補助말뚝의 摩擦係數 f 는 $1.236 t/m^2$ 임으로 이 두 個數值의 平均値를 取하여 摩擦係數로하면

$$f_{av} = \frac{0.943 + 1.236}{2} = 1.089 t/m^2$$

(여기서 摩擦係數의 差異가 生긴 것은 表層土와 深土層部의 性質이 다른데서 生긴 것으로 推측됨)

先端抵抗 : 2.31 ton

周邊摩擦力 : 2.69 ton

말뚝 30 cm, 길이 5 m, 말뚝을 4 m 以下深度에 打入했다고하면

$$Q_a = \frac{1}{3} (3.14 \times 0.15)^2 \times 100 + 2 \times 3.14 \times 0.15 \times 3.10 \times 5 = 7.23 \text{ ton}$$

이 될 것임.

2. 標準貫入試驗 N 값에 의한 支持力

地表面下 5.5 m 地點에서 $N=43$ 으로 Dunham 氏의 式으로 支持力을 計算하여보면 다음과 같다.

$$q_a = 1.22 N \text{ (地盤支持力)} \\ = 1.22 \times 43 = 52.46 t/m^2$$

許容地杭支持力

直徑 16.5 cm, 길이 5.5 m 일때

$$Q_a = \pi r l k r_h + \pi r^2 q_a \\ = 3.14 \times 0.0825 \times 5.5 \times 0.727 \times 5.5 \times 0.428 + \\ = 3.14 \times (0.0825)^2 \times 52.46 \\ = 3.56 \text{ ton}$$

$$\text{여기서 } k = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi$$

$$= 1.4826^2 \times 0.1944 \\ = 0.428$$

$\phi = 110$ 試驗値에서

지름 30 cm, 길이 5 m 일때 4 m 以下 深度에서의 말뚝支持力

$$Q_a = 3.14 \times 0.15 \times 5 \times 0.92 \times 5 \times 0.428 + 3.14 \times 0.15^2 \times 47.58 \\ = 8.01 \text{ ton}$$

여기서 $q_a = 1.22 \times 39 = 47.58 t/m^2$

3. 室內試驗値에 의한 支持力計算

i) 地盤支持力計算

建築學會規準 許容支持力公式를 使用코저함.

$$q_a = \frac{1}{3} (\alpha C N_c + \beta r_1 B N_r + r_2 D_f N_q)$$

形狀係數

基礎의 形狀	連續 正方形	長方形	圓形
α	1.0	1.3	$1.0 + 0.3 \frac{B}{L}$
β	0.5	0.4	$0.5 - 0.1 \frac{B}{L}$

支持力係數

ϕ	N_c	N_r	N_q
0	5.3	0	3.0
5	5.3	0	3.4
10	5.3	0	3.9
15	6.5	1.2	4.7
20	7.9	2.0	5.9
25	9.9	3.3	7.6
28	11.4	4.4	9.1
32	20.9	10.6	16.1
36	42.2	30.5	33.6
40 以上	95.7	114.0	83.2

三軸試驗値로 1~2 m 區間深度에서

$$\phi = 2^\circ \quad \alpha = 1.0 + 0.3 \frac{8.70}{18.70} = 1.139$$

$$C = 0.07 \text{ kg/cm}^2 \quad \beta = 0.5 - 0.1 \frac{8.70}{18.70} = 0.4535$$

$$r_t = 1.719 t/m^2 \quad r_1 = \frac{1.735 + 1.920 + 1.885}{3} \\ = 1.847 t/m^2$$

$$B = 8.70 \text{ m} \quad r_2 = 1.719 t/m^2$$

$$L = 18.70 \text{ m}$$

$$q_a = \frac{1}{3} (1.139 \times 0.7 \times 5.3 + 0.4535 \times 0.847 \times 8.7 \times 0 + 1.719 \times 4 \times 3.1) = 8.51 t/m^2$$

一軸壓縮試驗에서

$$q_p a = \frac{1}{3} (1.139 \times \frac{2.4}{2} \times 5.3 + 1.719 \times 4 \times 3) \\ = 9.51 t/m^2$$

平均支持力은

$$q_{av} = \frac{8.51 + 9.51}{2} = 9.01 t/m^2$$

三軸試驗値로 3~4 m 區間深度에서

$$\phi = 0 \quad \alpha = 1.0 + 0.3 \frac{8.70}{18.70} = 1.139$$

$$C = 0.14 \text{ kg/cm}^2 \quad \beta = 0.5 - 0.1 \frac{8.70}{18.70} = 0.4535$$

$$r_t = 1.735 t/m^2 \quad r_1 = \frac{1.920 + 1.885}{2} \\ = 1.902 t/m^2$$

$$B = 8.70 \text{ m} \quad r_2 = \frac{1.719 + 1.735}{2}$$

$$=1.727 t/m^2$$

$$L=18.70 m$$

$$\text{故로 } p_a = \frac{1}{3}(1.139 \times 1.4 \times 5.3 + 1.727 \times 4 \times 3) \\ = 9.72 t/m^2$$

一軸壓縮試驗에서

$$q_{au} = \frac{1}{3}(1.139 \times \frac{1.56}{2} \times 5.3 + 1.27 \times 4 \times 3) \\ = 8.476 t/m^2$$

直接剪斷試驗에서

$$q_a = \frac{1}{3}(1.139 \times 0.025 \times 8.7 + 0.4535 \times 0.902 \times \\ 8.70 \times 2.52 + 1.727 \times 4 \times 6.58) \\ = 18.10 t/m^2$$

平均支持力

$$q_{au} = \frac{9.72 + 8.476 + 18.10}{3} \\ = 12.10 t/m^2$$

6~7 m 區間深度에서

三軸試驗值로서

$$\phi = 11^\circ \quad \alpha = 1.139 \quad r_2 = 1.727 t/m^2 \\ C = 4.5 t/m^2 \quad \beta = 0.4535 \quad r_1 = 1.902 t/m^2$$

$$q_a = \frac{1}{3}(1.139 \times 4.5 \times 5.5 + 0.4535 \times 0.902 \times 8.7 \times \\ 0.24 + 0.727 \times 4 \times 4.06) \\ = 13.61 t/m^2$$

一軸試驗值에서

$$q_u = 1.1 t/m^2, \quad C = 0.55 t/m^2$$

$$q_{au} = \frac{1}{3}(1.139 \times 0.55 \times 5.3 + 0.727 \times 4 \times 3) \\ = 4.00 t/m^2$$

直接剪斷值에서

$$\phi = 29^\circ, \quad C = 1.5 t/m^2$$

$$q_a = \frac{1}{3}(1.139 \times 1.5 \times 11.4 + 0.4535 \times 0.902 \times 8.70 \\ \times 4.4 + 0.727 \times 4 \times 9.1) \\ = 20.53 t/m^2$$

9.30~10.30 m 區間深度에서

三軸試驗值에서

$$\phi = 7^\circ 30', \quad C = 1.7 t/m^2$$

$$q_a = \frac{1}{3}(1.139 \times 1.7 \times 5.3 + 0.727 \times 4 \times 3.65) \\ = 6.96 t/m^2$$

一軸試驗值에서

$$C = \frac{1.38}{2} = 0.69 t/m^2$$

$$q_{au} = \frac{1}{3}(1.139 \times 0.69 \times 5.3 + 0.727 \times 4 \times 3) \\ = 4.30 t/m^2$$

直接剪斷值에서

$$\phi = 23^\circ, \quad C = 0.24 t/m^2$$

$$q_a = \frac{1}{3}(1.139 \times 0.24 \times 9.5 + 0.4535 \times 0.902 \times 8.70 \times \\ 2.78 + 0.727 \times 4 \times 0.92) \\ = 10.90 t/m^2$$

三軸試驗에서 間隙水壓을 除外하였을 때의 粘着力과 흙의 内部 摩擦角을 地盤層에서 보던 壓密되었을 때의 數值가 될 것임으로 이때의 試驗值를 使用하여 地盤의 支持力을 計算코저함.

1~2 m 區間深度에서

$$\phi = 8^\circ 20', \quad C = 0.8 t/m^2$$

$$q_a = \frac{1}{3}(1.139 \times 0.8 \times 5.3 + 1.719 \times 4 \times 3.83) \\ = 10.49 t/m^2$$

3~4 m 區間에서 間隙水壓에 影響을 주지 않았음.

6~7 m 區間深度에서

$$\phi = 27^\circ \quad r_1 = \frac{1.920 + 1.885}{2} \\ = 1.902 t/m^2$$

$$C = 2.6 t/m^2, \quad r_2 = 1.727 t/m^2$$

$$q_a = \frac{1}{3}(1.139 \times 2.6 \times 11.4 + 0.4535 \times 0.902 \times 8.70 \\ \times 4.4 + 0.727 \times 4 \times 9.1) \\ = 25.37 t/m^2$$

9.30~10.30 m 區間深度에서

$$\phi = 32^\circ 40', \quad C = 0$$

$$q_a = \frac{1}{3}(1.139 \times 0 \times 20.9 + 0.4535 \times 0.847 \times 8.70 \\ \times 10.6 + 0.729 \times 4 \times 16.1) \\ = 28.23 t/m^2$$

地盤支持力 綜合表

시험별 시료	q _c	q _a	q _a β	p _{au}	비고
No. 1	9.50 kg/cm ²	0.85 kg/cm ²	1.049 kg/cm ²	0.951 kg/cm ²	深度 1~2 m
No. 2	30.36	0.972	0.972	0.847	" 3~4
No. 3	11.15	1.361	2.537	0.400	" 6~7
No. 4	10.21	0.696	2.823	0.430	" 9.30 ~ 10.30

前記에서

q_c 는 貫入抵抗力 (cone 支持力)

q_a 는 三軸試驗值로서 計算한 支持力

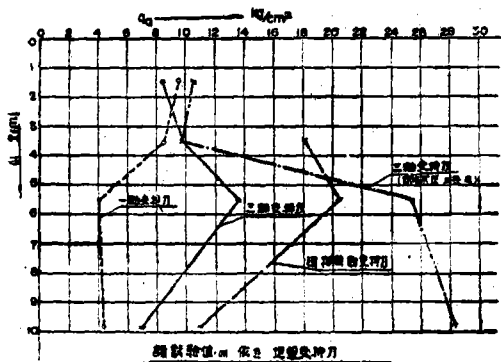
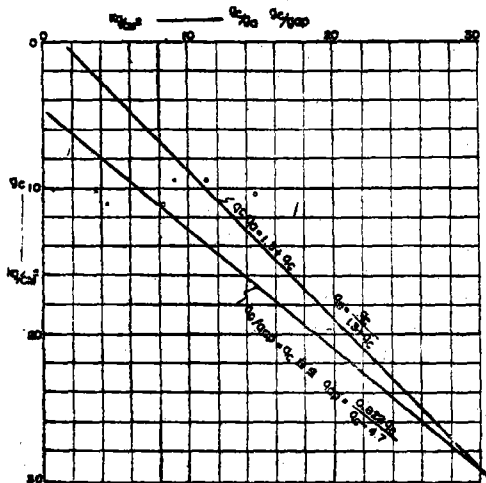
q_{ap} 는 三軸試驗值에서 間隙水壓을 除한 값에 支持力

q_{aw} 는 一軸壓縮 剪斷值에 依한 支持力

一軸壓縮值 q_w 와 cone 支持力 q_c 와의 사이에는 실트질土이므로 一聯에 關係를 갖지 못하는 것으로 思料되나 이들 사이에 大畧의인 關係는 다음과 같다.

$$q_{ap} = \frac{q_c}{1.3 + q_c}$$

$$q_{ap} = \frac{0.822 q_c}{q_c - 4.7}$$



ii) 室內試驗值에 依한 地盤支持力計算

地盤支持力 計算에서 6~7 m 區間深度에서

$$q_a = 13.61 t/m^2 \quad (q = 40.83 t/m^2)$$

$$Q = Q_p + Q_s$$

$$= \pi r^2 q_a + 2\pi r \cdot f$$

$$\frac{1}{3} (3.14 \times (0.0825)^2 \times 40.83 + 2 \times 3.14 \times 0.0825$$

$$\times 5.5 \times 2.2) = 2.39 \text{ ton}$$

$$\left(f = \frac{0.7 + 1.4 + 4.5}{3} = 2.2 \right)$$

터파기後 4 m 以下에 5 m 말뚝을 打入하였을 때 말뚝의 口徑은 30 cm 로함.

$$Q = \frac{1}{3} (3.14 \times (0.15)^2 \times 40.83 + 2 \times 3.14 \times 0.15$$

$$\times 5 \times 3.10)$$

$$= 5.83 \text{ ton}$$

$$\left(f = \frac{4.5 + 1.7}{2} = 3.1 \right)$$

4. 壓密計算

i) 基礎地盤內의 應力分布

荷重에 依한 應力分布는 簡便하게 畧算法을 使用하였으며 荷重面에 等分布荷重 q 가 作用하는 것으로 하고 應力이 垂直線과 30度角度로 地中에 傳播하는 것으로 하여 計算을 進行하였을.

Kogler 의 式에서 깊이에 따른 垂直應力 δZ 는

$$\delta Z = \frac{qab}{(b + 2H \tan \alpha)(a + 2H \text{ nat } \alpha)}$$

$\alpha = 30^\circ$ 應力分布角度

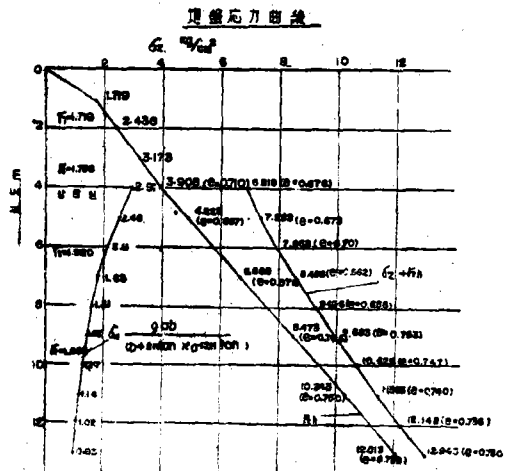
$a = 18.70 \text{ m}$ 基礎의 길이

$b = 8.70 \text{ m}$ 基礎의 폭

$W = 571.50 \text{ ton}$ 築造物의 全重量

$$A = a \times b = 18.70 \times 8.70 = 162.69 \text{ cm}^2$$

$$q = \frac{W}{A} = \frac{571.50}{162.69} = 3.51 \text{ t/m}^2$$



深度別壓力分布表

深 度	$q \times a \times b = w$	$(b+2H \tan \alpha) = A$	$(a+2H \tan \alpha) = B$	$A \times B$	δ_z
1 m	571, 50ton	9.856	19.856	195.80	2.91 t/m ²
2	"	11.012	21.012	231.38	2.46
3	"	12.168	22.168	269.74	2.11
4	"	13.324	23.324	310.76	1.83
5	"	14.480	24.480	354.47	1.61
6	"	15.636	25.636	400.84	1.42
7	"	16.792	26.792	449.89	1.27
8	"	17.948	27.948	501.61	1.14
9	"	19.104	29.104	556.00	1.02
10	"	20.260	30.260	613.06	0.93

ii) 沈下量計算

沈下量計算은 壓密試驗에 依하여 計算된 e-log 曲線을 使用하여 沈下量을 計算하였으며 沈下時間은 壓密試驗에 依하여 算出된 壓密係數와 時間係數 T_v를 使用하여 計算하였음.

여기서 沈下層은 터파기 깊이 以下 地表面에서 13 m 까지로 하였음.

沈下量公式은

$$S = \frac{C_c}{H e_0} H \log \frac{p_0 + op}{p_0}$$

H : 壓密層의 두께

P₀ : 上層土壓

op : 載荷壓力

C_c : 壓縮指數(壓密試驗에서)

e₀ : 上層土의 空隙比(p₀ 때의)

S : 沈下量

試驗土層 區分으로 1~2 m, 2~4 m, 4~8 m, 8~13 m 의 4 種으로 區分하였으며 4 m 까지는 터파기 깊이이므로 4 m 以下부터 13 m 까지 計算하면 다음과 같다.

ㄱ) 地表下 4~8 m 深度사이의 沈下量

$$S_1 = \frac{0.0532}{1+0.710} \times 4 \times \log \frac{3.908+2.91}{3.908}$$

$$= 0.1244 \times 0.242$$

$$= 0.0301 m = 3.01 cm$$

ㄴ) 地表下 8~13 m 深度사이의 沈下量

$$S_2 = \frac{0.083}{1+0.672} \times 5 \times \log \frac{7.588+1.61}{7.588}$$

$$= 0.1985 \times 0.084$$

$$= 0.0236 m = 2.36 cm$$

全沈下量

$$S = S_1 + S_2$$

$$0.0301 + 0.0236$$

$$0.0537 m = 5.37 cm$$

iii) 沈下時間計算

構造物築造로서 壓密이 進行하는데 要하는 時間은 다음과 같이 計算함.

壓密度(U%)는 U-T_v 曲線에서 U에 相當하는 時間係數 T_v를 求한다.

C_v의 값은 壓密試驗에서 나온 값을 代入하고 排水 길이는 上下兩面 排水로서 排水土層 두께의 1/2로하여 任意 壓密度 U_z에 到達하는데 걸리는 時間 t를 求하여 보던

$$t = \frac{1}{C_v} H^2 T_v$$

여기서

H : 排水土層의 排水距離

C_v : 壓密係數

T_v : 時間係數

t : 沈下時間

$$t = \frac{(450)^2}{5.958 \times 10^{-6} \times 31.5 \times 10^6} T_v$$

$$= 0.108 T_v$$

$$1 \text{年} = 31.5 \times 10^6 \text{ sec}$$

C_v의 값은 試料 No.3과 No.4의 該當作用 壓力의 平均値를 取하였음.

即 試料 No.3에서 $5972 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{sec}$

試料 No.4에서 $5945 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{sec}$

沈下率에 對한 沈下時間과 沈下量을 表로서 記載하면 다음과 같다.

沈下率과 沈下時間, 沈下量表

U	T _v	沈下時間	沈下量	備 考
10%	0.008	0.000864年	0.537 cm	
20	0.031	0.00334	1.074	
30	0.071	0.00766	1.611	
40	0.126	0.01360	2.148	
50	0.197	0.0212	2.685	
50	0.287	0.0309	3.222	
70	0.403	0.0435	3.759	
80	1.567	0.0612	4.296	
90	0.848	0.0915	4.833	

5. 諸計算의 綜合

i) 말뚝支持力

試驗種別	Q_p	Q_f	Q	Q_a	備考
말뚝載荷試驗 $\phi = 16.5 \text{ cm}$ $L = 5.5 \text{ m}$	2.31 t	2.69 t	5 t	3 t	
말뚝이 4~9 m 사이에 있을 때 $\phi = 30 \text{ cm}$ $L = 5 \text{ m}$	7.087	14.61	21.69	7.23	
N 값으로 計算 $\phi = 16.5 \text{ cm}$ $L = 5.5 \text{ m}$	1.123	2.44	—	3.56	
" $\phi = 30 \text{ cm}$ $L = 5 \text{ m}$	3.37	4.64	—	8.01	
ϕ, C 값으로 말뚝支持力 $\phi = 16.5 \text{ cm}$	0.873	6.29	7.163	2.39	
" $\phi = 30 \text{ cm}$ $D = 5 \text{ m}$	2.88	14.61	17.49	5.83	

위表에서 $\phi = 16.5 \text{ cm}$, 길이 5 m 인 말뚝에 許容支持力 Q_a 의 平均값을 求하면

$$Q_{av} = \frac{3 + 3.56 + 2.39}{3} = 2.98 \approx 3 \text{ ton}$$

$\phi = 30 \text{ cm}$, 길이 5 m 의 말뚝이 地表面下 4 m 以下에 打入될 때

$$Q_{av} = \frac{7.23 + 8.01 + 5.83}{3} = 7.02 \approx 7 \text{ ton}$$

ii) 地盤支持力

試驗區分	深 度	支 持 力	備 考
三軸 시험值로 計算	1~2 m	8.51	$q_c = 5.7 \sim 13.7 \text{ kg/cm}^2$
一軸 "	"	9.51	
三軸 "	3~4 m	9.72	$q_c = 26 \sim 37.4 \text{ kg/cm}^2$
一軸 "	"	8.47	
直接剪斷 "	"	18.10	
三軸 "	6~7 m	13.61	$q_c = 8 \sim 13 \text{ kg/cm}^2$
一軸 "	"	4.00	실트質土로 不合理함
直接剪斷 "	"	20.53	
三軸 "	9.30~10.30 m	6.96	
一軸 "	"	4.30	
直接剪斷 "	"	10.90	
三軸 "	1~2 m	10.49	間隙水壓을 除去
" "	3~4 m	9.72	"
" "	6~7 m	25.37	"
" "	9.30~10.30 m	28.23	"

위表에서 1~4 m 까지는 近似土質로 支持力도 大差 없으므로 이들을 平均하여 支持力값으로 代表함,

$$q_a = \frac{8.51 + 9.51 + 9.72 + 8.47}{4} = 9.05 \text{ t/m}^2$$

6~7 m 에서 採取된 試料는 貫入抵抗圖로 보면 4~8 m 까지의 層을 代表하는 것으로 보이며 이 사이에 平均支持力은

$$q_a = \frac{13.61 + 20.50}{2} = 17.05 \text{ t/m}^2$$

여기서 一軸試驗에 依한 支持力값은 考慮치 않음.

8 m 以下 13 m 까지를 한 土層으로 보고 이에 平均支持力은

$$q_a = \frac{6.96 + 10.90}{2} = 8.93 \text{ t/m}^2$$

이곳에 土質은 築造物 施工後地盤 壓密로 剪斷強度 및 支持力이 增加될 것이 豫想되며 三軸試驗에서도 高速에 間隙水壓을 除去한 後에 計算해보면 想當히 數値가 增加됨을 보여준다.

XI. 結 言

화란式 圓錐貫入 抵抗試驗結果 地表面下 3~5 m 사이에 粒子가 若干 畧은 砂質이 있고 그 以下 約 13 m 까지 細粒실트質 土層이며 그 以下는 比較的 硬한 地

盤입을 보여주고 있음.

貫入抵抗値는 1~2 m 에서 9.50 kg/cm², 3~4 m 에서 30.36 kg/cm², 6~7 m 에서 11.15 kg/cm², 9.30~10.30 m 에서 10.21 kg/cm² 그 以下는 42 kg/cm² 까지의 數値를 보이고 있음.

말뚝 載荷試驗에서 極限支持力 5 ton 許容 支持力 3 ton 인데 3 ton 의 沈下量은 1.2 mm 이며 이 말뚝의 크기는 끝지름 16.5 cm, 길이 5.5 m 이었다. 이 試驗 結果로 미루어보아 지름 30 cm, 길이 5 m 인 말뚝의 許容支持力은 7.23 ton 이 될 것으로 나타난다.

中型動的 圓錐貫入試驗값으로 計算된 N 값으로 許容 支持力을 計算한바 3.56 t ($\phi=16.5$ cm, $l=5.5$ m) 이

므로 $\phi=30$ cm $l=5$ m 에서는 許容支持力이 8.01 ton 이 될 것임.

三軸試驗值로 計算된 許容말뚝支持力은 2.39 ton ($\phi=16.5$ cm, $l=5.5$ m) 이고 $\phi=30$ cm, $l=5$ m 에서는 5.83 ton 이 됨.

이들 여러 가지 試驗에 依한 許容支持力의 平均支持力을 計算하면 $\phi=16.5$ cm, $l=5.5$ m 에서 3 ton 이고, $\phi=30$ cm, $l=5$ m 에선 7 ton 이 될 것임.

그리고 地盤의 許容支持力은 1~4 m 까지 9.05 t/m² 6~7 m 에서 17.05 t/m², 8~13 m 까지는 8.93 t/m² 의 支持力을 보임.

原 稿 募 集

本學會에서는 아래와 같은 規定으로 原稿를 募集 하오니 公私間 多忙하실줄 思料하오나 本學會를 育成하는 뜻에서 많이 投稿하여 주시기 바랍니다.

I. 類別은 技術에 關한 論說, 研究 報告(工事施工設計 計算) 討議 農業土木隨想, 現場閑談, 技術行政, 技術經營, 技術相談 等, 農業土木技術에 關한 全般임.

II. 原稿는 200字 原稿用紙에 띄어 쓰기로 橫書 하고 枚數의 制限은 없으며,

a. 數字는 아라비아 數字로 使用할것.

b. 圖表는 트렉싱 紙에 墨入하고 順序를 必記하여 編輯에 差誤없도록 할것.

c. 記事分類는 로마文字(I, II, III)알파 베타 文字(a,b,c)아라비아 數字(1,2,3)의 順序로 할 것.

d. 表題는 國文과 英文을 併記하고 本文이 國文일 때는 英文의 Summary를, 英文일 때는 國文抄를 必記할것.

III. 會誌에 掲載한 原稿에 限하여 本學會所定の 謝禮金을 드리며 일단 提出한 原稿는 一切 返還치 않으며 編輯上 必要에 따라 體裁와 用語의 一部를 訂正 或은 省略하는 경우 이를 豫望하여 주시기 바랍니다.

IV. 原稿提出는 隨時