# 榮山江 河口地域의 土質特性에 관한 硏究

## A Study on Tidal Soil Properties of Yongsangang Estuary Areas

辛 逸 善*
Shin, Il Seon

## Summary

This study was carried out to find physical and mechanical properties of soil in Yongsan project area to support basic data for tidalland reclamation. The main results are as follows.

1. Most of the soils in this area consist of clay and silt, and inorganic materials.

2. Natural moisture contents are ranged from 42.2% to 92.9% initial void ratio, from 1.4 to 2.3

Therefore it takes a longtime in Settlement of considerable depth.

3. Wet unit weights decrease with increasing of the nataral moistare contents as $r_t=2.005-0.0065w_n$.

4. The relationships between compression index. and liquid limit, initial void ratio and natural moisture contents are found as follows respectively.

$C_c=0.046+0.012LL$

$C_c=-0.068+0.367e_o$

$C_c=0.056+0.008w_n$

5. Natural moisture content, plastic limit, plastic index, initial void ratio and liquid limit are directly proportional to clay content ratio.

The relationships are found as

$w_n=26.083+0.797C_y$

$P_L=14.223+0.128C_y$

$P_I=0.457+0.492C_y$

$e_o=0.757+0.020C_y$

$LL=14.695+0.620C_y$.

6. Initial void ratio and liquid limit are directly proportional to natural moisture content as follows.

$e_o=0.310+0.022w_n$

$LL=6.275+0.592w_n$

* 農業振興公社 農業土木試驗硏究所

## Ⅰ. 緖 論

우리나라의 西南海岸은 潮位差가 크고 地形이 緩慢하며 海積沖積土層이 잘發達하여 干拓適地가 많으므로 일찍부터 少規模의 干拓事業이 推進되어 왔으며 '70年代에 이르러 産業의 急速한 發展과 人口의 增加에 따라 工場敷地, 住居地, 道路敷地 等으로 旣存 農耕地가 蠶食되면서 代替農耕地의 開發및 工場敷地, 住居地, 草地等의 確保를 위하여 大規模의 干拓事業이 國家의 重點事業으로 推進되고 있다. 즉 東津江 干拓事業을 비롯하여 牙山, 南陽, 挿橋川, 榮山江, 大湖 等 大單位 干拓事業을 施行하므로서 世界的인 屈指의 干拓國家가 되었다.

干拓事業의 主 目的은 防潮堤를 막아 造成된 內部干拓地를 効率的으로 活用함에 있으며 이 地域의 土質은 오랫동안 水中堆積으로 形成되었으므로 陸地의 土質과 工學的으로 많은 差異가 있다. 한편 우리나라의 干拓地土質에 對한 硏究는 1983年 尹[8] 等에 의하여 榮山江 干拓地沖積土(榮山湖周邊)의 物理的 特性에 관해 硏究發表되었고, 1984年 金[4]等은 大佛干拓地 沖積粘土의 工學的 特性에 關하여 硏究發表된 바 있다.

本 硏究의 對象地인 榮山江河口地域의 干拓地는 大部分 農耕地로 利用할 計劃이며 土質은 有機質含有量이 極히 적고 알카리 置換容量이 낮으며 粘土含有率이 높은 細粒土로 形成되어 있으므로 事業施行에 있어서 軟弱地盤處理, 除鹽, 排水, 浦落防止等에 대한 어려운 點이 따르고 있는바 이 地域의 干拓地土質工學的 特性을 分析하여 榮山江 干拓事業 및 이 地域과 類似한 地域의 干拓事業에 必要한 參考資料를 提供코자 本 硏究를 試圖하였다.

## Ⅱ. 資料 및 試驗方法

### 1. 資 料

本 硏究의 資料는 農業振興公社 農業土木試驗硏究所에서 榮山江地域(榮山湖, 大佛干拓地, 錦湖島, 始絡面等)의 沖積粘土를 採取, 試驗한 成果中 64點을 임의 選定하여 使用 하였다. (Table-1)

### 2. 試料採取 및 試驗方法

試料採取는 더취콘(Dutch cone)[3]을 利用하여 深度1.0~6.6m에서 쉬루샘플러(Shrew Sampler)로 採取하였고 입도분석 액성 및 소성한계등 토성시험과 압밀시험은 KS 규정에 준하여 실시하였다.

## Ⅲ. 結果 및 考察

### 1. 一般的 性質

가. 이용된 시료의 粘土含有量은 22.0~72.0%, 실트는24.9~70.3%, 모래는 0.0~9.1%의 範圍에 있다.

나. 比重은 2.606~2.730의 範圍로서 一般沖積粘土와 類似한 값을 나타내고 있다.

다. 單位重量은 1.425~1.775g/cm³의 範圍를 나타내고 있으며 自然含水比는 42.2~92.9%로 軟弱地盤이다.

라. 아터버그 試驗에서 液性限界는 25.5~62.1%, 塑性限界는 17.1~53.8%의 範圍이며 塑性圖는 Fig. 1과 같다.

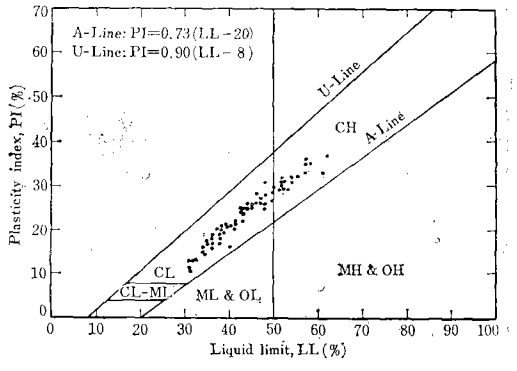


**Fig. 1. Plasticity chart**

### 2. 濕潤單位重量과 自然含水比

濕潤單位重量과 自然含水比의 關係는 Fig. 2와 같으며 $r_t=2.005-0.0065w_n$으로 나타난다. 即, 含水比가 增加할 수록 濕潤密度는 減少함을 알수있으며 이는 林[9](1968)은 $r_t=0.0054(374-w_n)$, 柳[7](1978)는 $r_t=0.011(203-w_n)$, 尹[8] 等(1983)은 $r_t=2.016-0.0066w_n$, 金[4] (1984) 等은 $r_t=0.0077(272-w_n)$의 直線關係가 成立한다고 發表하였다.

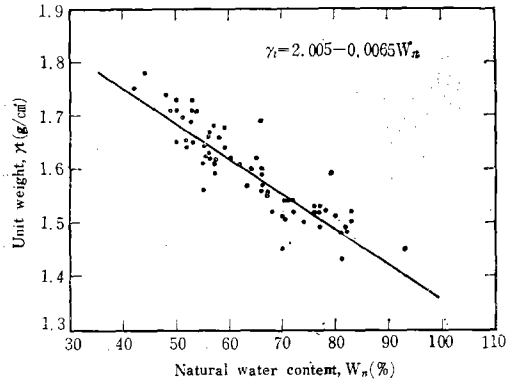


**Fig. 2. Relationship between unit weight and natural water content**

### 3. 壓縮指數와 液性限界

壓縮指數와 液性限界와의 關係는 Fig. 3과 같으며 $C_c=0.046+0.012LL$로 나타난다. 이는 OHSaki[12] (1957)는 $0.011(LL-10)$, 村山[16] (1958) 等은 $0.01(LL-12)$, 山口[17][18] (1959, 1964) 等은 $0.013(LL-13.5)$, $0.012(LL-4)$, 植下[19] (1964)는 $0.017(LL-20)$, 柳[7] (1978) 等은 $0.025(LL-27.2)$ 金[4] (1984) 等은 $0.0209(LL-15.3)$의 相關關係가 있다고 發表하였으며 따라서 簡單한 含水比測定으로 壓縮指數를 求하므로서 沖積粘土地盤의 壓密沈下量을 槪略的으로 求할수 있다.

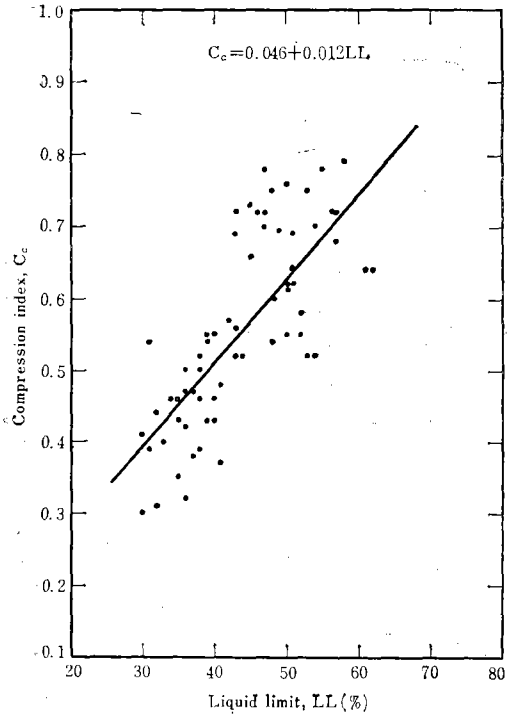


**Fig. 3. Relationshipb between compression index and liquid limit**

### 4. 壓縮指數와 初期空隙比

壓縮指數와 初期空隙比의 關係는 Fig. 4와 같으며 $C_c=-0.068+0.367e_o$로 나타난다. 이에 대해 植下[19] (1964)는 $C_c=0.6(e_o-0.5)$, 山口[18] (1964) 等은 $C_c=0.36(e_o-0.14)$, 桑原[21](1966) 等은 $C_c=0.5(e_o-0.5)$의 直線關係가 成立 된다고 發表하였다.

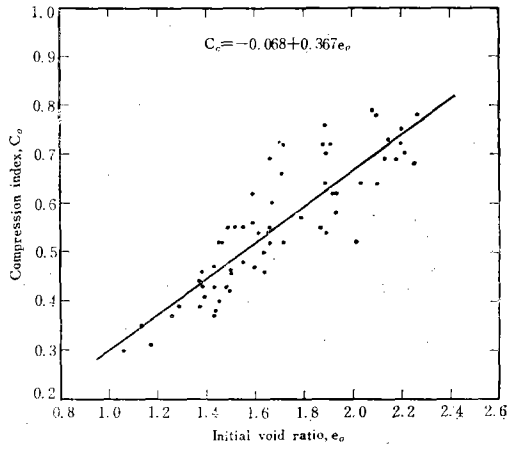


**Fig. 4. Relationship between compression index and initial void ratio**

### 5. 壓縮指數와 自然含水比

壓縮指數와 自然含水比의 關係는 Fig. 5와 같으며 $C_c=0.056+0.008w_n$으로 나타난다. 이는 鈴木[20] (1965) 等은 粘性土의 土質常數値의 相關性에 關한 硏究에서 鹿島 및 東三 河地區의 境遇 $C_c=0.014(w_n-33)$ 東豫 및 德島 地區의 境遇 $C_c=0.014(w_n-18)$의 關係式을 發表하였고 林[9] (1968)은 우리나라 粘土의 壓密性等의 硏究에서 $C_c=0.00687(w_n+7)$, 柳[7] (1978)等은 $C_c=0.013(w_n-23.2)$의 相關關係가 成立한다고 發表하였다.

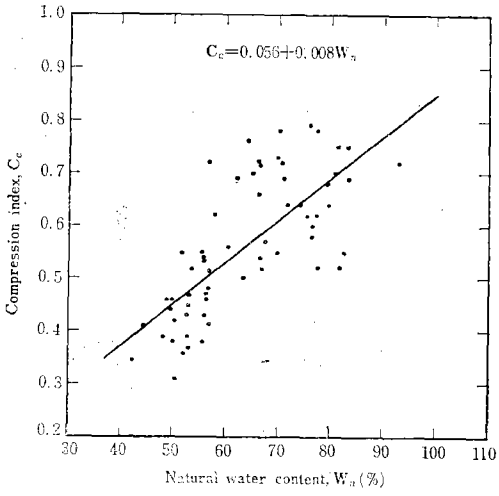


**Fig. 5. Relationship between compression index and natural water content.**

## 6. 自然含水比와 粘土含有率

自然含水比와 粘土含有率과의 關係는 Fig. 6과 같이 나타나며 $w_n=26.083+0.797C_y$가 된다. 이는 粘土의 含有率이 높을수록 自然含水比가 높음을 나타내며, 이는 金[4] (1984) 等의 $W_n=0.944C_y+12.733$ 및 金[1] (1974)의 $W_n=1.37C_y+19.00$와 比較할때 類似한 直線關係式을 나타내고 있다.

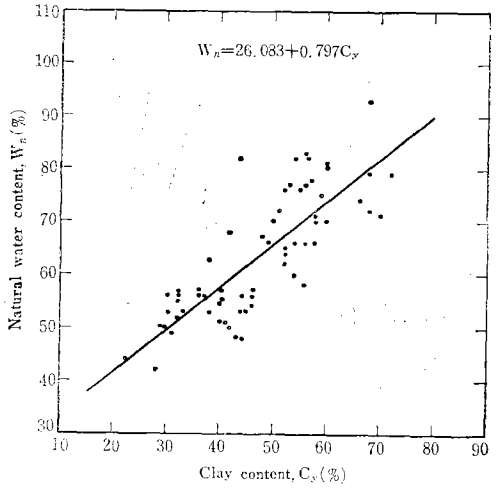


**Fig. 6. Relationship between natural water content and clay content**

## 7. 塑性限界와 粘土含有率

塑性限界와 粘土含有率의 關係는 Fig. 7과 같이 $PL=14.223+0.128Cy$로서 粘土含有率이 클수록 塑性限界가 높음을 알수있으며 이는 金[4](1984) 等의 $PL=0.728Cy+6.991$와 類似한 關係式을 나타내고 있다. 또한 金[2](1977), 邊[6](1965), 山口[17](1959), 鈴木[20](1965) 等도 粘土含有量은 液性限界와 密接한 相關性이 있다고 發表한 바 있다.

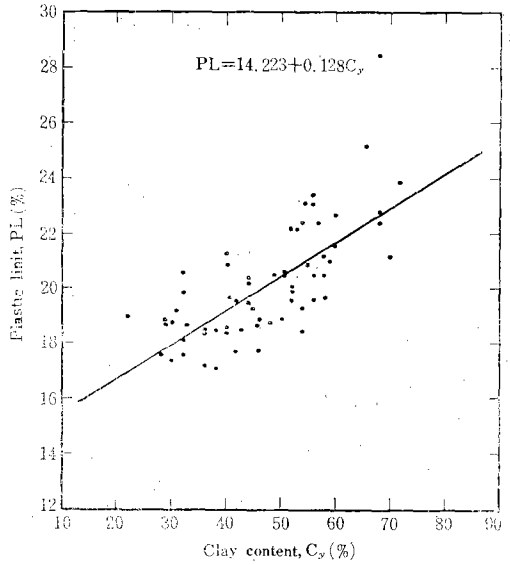


**Fig. 7. Relationship between plastic limit and clay content**

## 8. 塑性指數와 粘土含有率

塑性指數와 粘土含有率과의 關係는 Fig. 8과 같이 $PI=0.45+0.492Cy$로 나타나며. 金[4](1984) 等의 $PI=0.659Cy-8.168$과 類似한 直線關係式이 成立하였다. 또한 Russel[18](1928)은 $PI=0.60Cy-12$의 直線關係式이 成立한다고 發表하였으며 Atterbegr[11](1911), Terzaghi[15](1826)는 粘土比率의 增加에 따라 比例하여 塑性指數도 增加한다고 하였다.

그리고 Seed[14](1964) 等은 아터버어그 限界研究에서 塑性指數와 粘土含有量의 關係는 粘土含有量 40%를 境界로 하여 두개의 直線關係式이 成立한다고 發表하였다.

## 9. 初期空隙比와 粘土含有率

初期空隙比와 粘土含有率과의 關係는 Fig. 9와 같으며 $e_o=0.757+0.020C_y$로 나타난다. 즉 粘土含

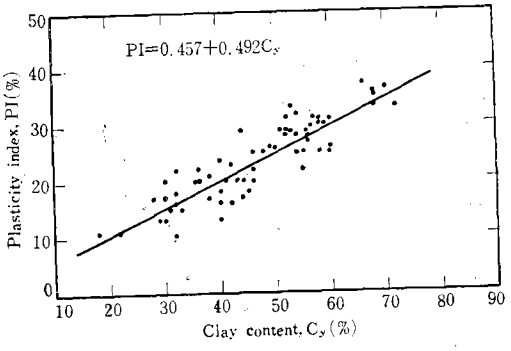


**Fig. 8. Relationship between plasticity index and clay content**

有率이 커짐에 따라서 初期空隙比가 큼을 알수있고 이는 山口[18](1964), 植下[19](1964), 桑原[21](1966) 및 柳[7](1978) 등의 硏究結果와 類似한 直線關係式임을 알수있다.

## 10. 液性限界와 粘土含有率

液性限界와 粘土含有率과의 關係는 Fig. 10과 같으며 $LL=14.695+0.620C_y$로 나타난다. 一般的으로 粘土含有率이 커짐에 따라 液性限界는 높아지는 直線式임을 알 수 있다. 이는 山口[17](1959) 등은 不知火海 沖積粘土의 硏究에서 液性限界와 粘土含有率의 關係는 大體로 直線關係를 나타낸다고 發表하였으며 邊[6](1972), 秦[10](1977) 등은 이 關係의 下限線이 $LL=0.8C_y$, 尹[8](1983) 등은 $LL=0.813C_y+3.630$, 金[4](1984) 등은 $0.728C_y+6.991$의 關係式이 成立한다고 發表하였다.

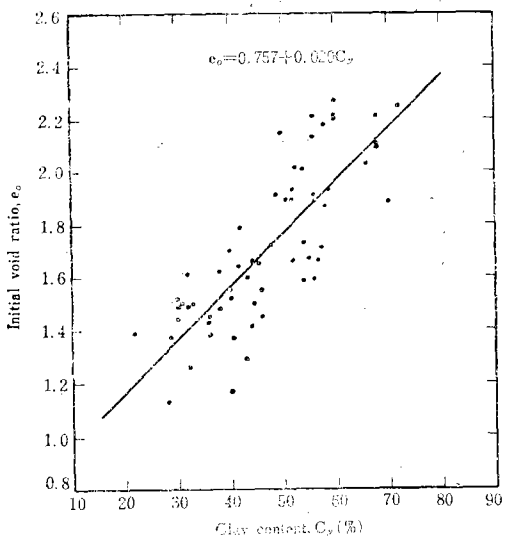


**Fig. 9. Relationship between initial void ratio and clay content**

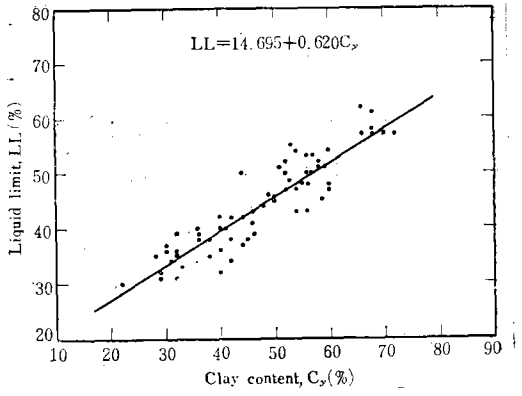


**Fig. 10. Relationship between Liquid Limit and clay content**

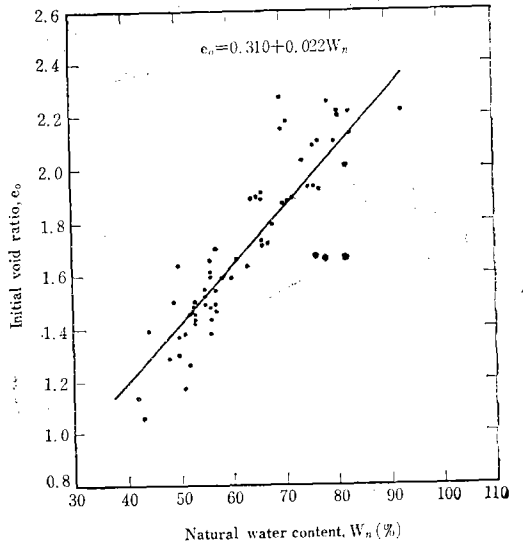


**Fig. 11. Relationship between initial void ratio and natural water content**

## 11. 初期空隙比와 自然含水比

Fig. 11은 初期空隙比와 自然含水比를 나타내며 $e_o=0.310+0.022W_n$가 된다. 이는 尹[8](1983) 등은 $e_o=0.0283W_n+0.088$, 金[4](1984)은 $0.035W_n-0.447$의 關係式을 發表한바 있으며 이들과 類似한 直線式을 나타내고 있다.

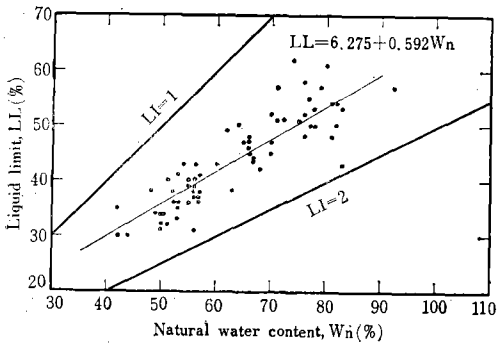


**Fig. 12. Relationship between liquid limit and natural mater content**

### 12. 液性限界와 自然含水比

液性限界와 自然含水比의 關係는 Fig. 12와 같이 $LL=6.275+0.592W_n$의 式이 成立되며 液性指數가 0以上이므로 土質이 매우 軟弱한 狀態를 나타낸다. 이는 鈴木[20](1965) 등은 $LL=W_n$, 金 [2](1977)은 $LL=1.28W_n-10$, 尹[8](1983) 등은 $LL=0.767W_n+0.500$의 關係式이 成立된다고 하였으며 邊[9](1972)도 이 關係는 相互 密接한 關聯性이 있다고 發表하였다.

## Ⅳ. 摘 要

榮山江 河口地域 沖積粘土의 試驗成果 64點을 選定하여 物理的 및 力學的 特性을 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 大部分의 土質은 粘土 및 실트質로 構成된 細粒의 無機質粘土이다.

2. 自然含水比는 42.2~92.9%이며 初期空隙比는 1.133~2.273%로서 構造物築造時 壓密沈下量이 많고 長期間에 걸친 沈下가 豫想된다.

3. 濕潤單位重量은 自然含水比가 많을수록 적어지며 그 關係는 다음式과 같다.

$$r_t=2.005-0.0065W_n$$

4. 壓縮指數와 液性限界, 初期空隙比 및 自然含水比의 關係는 다음式과 같다.

$$C_c=0.046+0.012LL$$

$$C_c=-0.068+0.367e_o$$

$$C_c=0.056+0.008W_n$$

5. 自然含水比, 塑性限界, 塑性指數, 初期空隙比 및 液性限界는 粘土含有率과 比例하며 다음 關係式이 成立한다.

$$W_n=26.083+0.797C_y$$

$$P_L=14.223+0.128C_y$$

$$P_I=0.457+0.492C_y$$

$$e_o=0.757+0.020C_y$$

$$LL=14.695+0.620C_y$$

6. 初期空隙比 및 液性限界는 自然含水比와 比例하며 다음 關係式이 成立한다.

$$e_o=0.310+0.022W_n$$

$$LL=6.275+0.592W_n$$

**Teble-1. Summary of properties of soils**

| Sample No. | Depth (m) | Gradation (%) | | | Consistency (%) | | | Specific-gravity $G_s$ | Classification | Natural Water Cont. $W_n$(%) | Wet unit weight, $r_t$ (g/cm³) | Consolidation test | | Location of Sampling |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Clay <5μ | Silt 5μ~74μ | Sand 74μ~4760μ | L.L. | P.L. | P.I. | | | | | Compr-esion indxe $C_c$ | Initial void ratio $e_o$ | |
| 1 | 1.0—1.4 | 28.8 | 70.0 | 1.2 | 31.9 | 18.9 | 13.0 | 2.679 | CL | 49.6 | 1.654 | 0.442 | 1.371 | Keumhodo |
| 2 | 3.0—3.4 | 44.8 | 53.2 | 2.0 | 37.6 | 19.3 | 18.3 | 2.691 | 〃 | 52.8 | 1.728 | 0.455 | 1.496 | 〃 |
| 3 | 1.2—1.6 | 28.8 | 68.8 | 2.4 | 31.4 | 18.7 | 12.7 | 2.606 | 〃 | 50.2 | 1.712 | 0.385 | 1.373 | 〃 |
| 4 | 4.2—4.6 | 30.8 | 68.2 | 1.0 | 34.2 | 19.2 | 15.0 | 2.665 | 〃 | 49.1 | 1.713 | 0.46 | 1.499 | 〃 |
| 5 | 5.0—5.4 | 40.8 | 59.0 | 0.2 | 39.8 | 19.7 | 20.0 | 2.654 | 〃 | 50.6 | 1.664 | 0.425 | 1.376 | 〃 |
| 6 | 7.2—7.6 | 42.8 | 55.8 | 1.4 | 38.2 | 18.3 | 19.9 | 2.692 | 〃 | 47.5 | 1.744 | 0.390 | 1.288 | 〃 |
| 7 | 1.0—1.4 | 32.8 | 66.3 | 0.9 | 33.3 | 18.7 | 14.6 | 2.704 | 〃 | 52.8 | 1.688 | 0.395 | 1.448 | 〃 |
| 8 | 2.6—3.0 | 22.2 | 69.8 | 8.0 | 39.7 | 19.0 | 20.7 | 2.720 | 〃 | 44.4 | 1.775 | 0.410 | 1.393 | 〃 |
| 9 | 3.0—3.4 | 32.2 | 67.6 | 0.2 | 36.3 | 18.1 | 18.2 | 2.670 | 〃 | 52.0 | 1.641 | 0.361 | 1.262 | 〃 |
| 10 | 2.0—2.4 | 32.2 | 67.6 | 0.2 | 25.5 | 19.9 | 15.6 | 2.711 | 〃 | 57.0 | 1.678 | 0.415 | 1.488 | 〃 |
| 11 | 7.8—8.2 | 30.2 | 69.1 | 0.7 | 36.1 | 18.8 | 17.3 | 2.712 | 〃 | 53.0 | 1.708 | 0.47 | 1.433 | 〃 |
| 12 | 2.0—2.4 | 40.2 | 59.1 | 0.7 | 40.1 | 24.5 | 15.6 | 2.684 | 〃 | 55.1 | 1.635 | 0.55 | 1.522 | 〃 |
| 13 | 5.6—6.0 | 40.2 | 59.7 | 0.1 | 42.8 | 19.3 | 23.5 | 2.723 | 〃 | 56.9 | 1.612 | 0.72 | 1.700 | 〃 |
| 14 | 5.0—5.4 | 28.2 | 70.3 | 1.5 | 34.8 | 17.6 | 17.2 | 2.710 | 〃 | 42.2 | 1.749 | 0.345 | 1.133 | 〃 |
| 15 | 1.6—2.0 | 56.2 | 42.5 | 1.3 | 52.5 | 23.4 | 29.1 | 2.730 | CH | 83.2 | 1.503 | 0.75 | 2.210 | 〃 |
| 16 | 2.2—2.6 | 54.2 | 41.0 | 4.8 | 53.9 | 22.4 | 31.5 | 2.720 | 〃 | 81.8 | 1.488 | 0.52 | 2.013 | 〃 |
| 17 | 1.0—1.4 | 68.2 | 31.4 | 0.4 | 57.0 | 22.4 | 34.6 | 2.693 | 〃 | 92.9 | 1.450 | 0.72 | 2.221 | Yongsanho |
| 18 | 2.0—2.4 | 60.2 | 39.7 | 0.1 | 47.7 | 22.7 | 25.0 | 2.661 | CL | 81.2 | 1.425 | 0.75 | 2.200 | 〃 |
| 19 | 7.2—7.6 | 60.2 | 39.2 | 0.6 | 53.8 | 22.7 | 31.1 | 2.697 | 〃 | 80.7 | 1.475 | 0.70 | 2.210 | 〃 |
| 20 | 5.0—5.4 | 32.2 | 67.5 | 0.3 | 39.1 | 17.6 | 21.5 | 2.686 | 〃 | 55.2 | 1.612 | 0.55 | 1.491 | 〃 |
| 21 | 1.0—1.4 | 44.2 | 55.4 | 0.4 | 49.5 | 20.2 | 29.3 | 2.720 | 〃 | 82.4 | 1.477 | 0.55 | 1.660 | 〃 |
| 22 | 2.0—2.4 | 56.2 | 43.3 | 0.5 | 49.7 | 23.1 | 26.6 | 2.703 | 〃 | 77.1 | 1.524 | 0.62 | 1.915 | 〃 |
| 23 | 2.4—2.8 | 36.2 | 63.6 | 0.2 | 39.6 | 17.2 | 22.4 | 2.697 | 〃 | 56.4 | 1.624 | 0.46 | 1.378 | 〃 |
| 24 | 6.8—7.2 | 54.2 | 45.6 | 0.2 | 47.3 | 19.3 | 28.0 | 2.710 | 〃 | 66.3 | 1.561 | 0.72 | 1.729 | 〃 |
| 25 | 3.0—3.4 | 50.2 | 49.7 | 0.1 | 44.6 | 18.9 | 25.7 | 2.700 | 〃 | 69.7 | 1.512 | 0.73 | 2.149 | 〃 |
| 26 | 7.2—7.6 | 56.2 | 43.5 | 0.3 | 43.3 | 20.9 | 22.4 | 2.693 | 〃 | 83.4 | 1.520 | 0.69 | 2.130 | 〃 |
| 27 | 7.8—8.2 | 42.2 | 53.4 | 4.4 | 42.2 | 19.6 | 22.6 | 2.703 | 〃 | 67.7 | 1.515 | 0.57 | 1.793 | 〃 |
| 28 | 1.0—1.4 | 52.2 | 44.7 | 3.1 | 51.8 | 22.5 | 29.3 | 2.692 | CH | 76.3 | 1.518 | 0.58 | 1.928 | 〃 |
| 29 | 3.0—3.4 | 36.2 | 63.6 | 0.2 | 37.9 | 18.4 | 19.5 | 2.715 | CL | 56.9 | 1.608 | 0.515 | 1.451 | 〃 |
| 30 | 8.0—8.4 | 30.2 | 69.1 | 0.7 | 37.4 | 17.4 | 20.0 | 2.683 | 〃 | 55.5 | 1.665 | 0.38 | 1.436 | 〃 |
| 31 | 2.0—2.4 | 46.2 | 53.0 | 0.8 | 41.1 | 18.9 | 22.2 | 2.695 | 〃 | 56.5 | 1.585 | 0.48 | 1.548 | 〃 |
| 32 | 7.8—8.2 | 40.2 | 59.6 | 0.2 | 31.5 | 18.6 | 12.9 | 2.700 | 〃 | 50.6 | 1.701 | 0.31 | 1.174 | 〃 |

| Sample No. | Depth (m) | Gradation (%) | | | Consistency (%) | | | Specific gravity $G_s$ | Classification | Natural Water Cont. $W_n$ (%) | Wet unit weight, $\gamma_t$ (g/cm³) | Consolidation test | | Location of Sampling |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Clay <5μ | Silt 5~74μ | Sand 74~4760μ | L.L. | P.L. | P.I. | | | | | Compression index $C_c$ | Initial void ratio $e_o$ | |
| 33 | 3.0—3.4 | 38.2 | 61.7 | 0.1 | 37.9 | 17.1 | 20.8 | 2.693 | CL | 63.3 | 1.566 | 0.50 | 1.625 | 〃 |
| 34 | 7.2—7.6 | 32.1 | 67.8 | 0.1 | 31.0 | 20.6 | 10.4 | 2.678 | 〃 | 55.8 | 1.628 | 0.54 | 1.608 | 〃 |
| 35 | 1.4—1.8 | 58.0 | 38.7 | 3.3 | 50.6 | 20.5 | 30.1 | 2.717 | CH | 70.9 | 1.535 | 0.69 | 2.179 | Sijongmyeon |
| 36 | 2.2—2.6 | 70.0 | 26.2 | 3.8 | 56.7 | 21.2 | 35.5 | 2.670 | 〃 | 70.7 | 1.537 | 0.72 | 1.878 | 〃 |
| 37 | 1.6—2.0 | 66.0 | 24.9 | 9.1 | 62.1 | 25.2 | 36.9 | 2.698 | 〃 | 74.1 | 1.502 | 0.64 | 2.026 | 〃 |
| 38 | 3.2—3.6 | 68.0 | 31.6 | 0.4 | 58.1 | 22.8 | 35.3 | 2.677 | 〃 | 76.2 | 1.530 | 0.79 | 2.086 | 〃 |
| 39 | 1.6—2.0 | 68.0 | 31.7 | 0.3 | 61.1 | 28.5 | 32.6 | 2.717 | 〃 | 79.5 | 1.507 | 0.64 | 2.096 | 〃 |
| 40 | 2.2—2.6 | 72.0 | 27.8 | 0.2 | 56.5 | 23.9 | 32.6 | 2.708 | 〃 | 79.1 | 1.586 | 0.68 | 2.247 | 〃 |
| 41 | 4.6—5.0 | 52.0 | 47.3 | 0.7 | 49.6 | 20.1 | 29.5 | 2.699 | CL | 64.3 | 1.603 | 0.76 | 1.894 | 〃 |
| 42 | 1.2—1.6 | 44.0 | 49.8 | 6.2 | 40.6 | 20.4 | 20.2 | 2.693 | 〃 | 53.2 | 1.713 | 0.37 | 1.415 | 〃 |
| 43 | 1.8—2.2 | 50.8 | 45.2 | 4.0 | 51.2 | 22.6 | 28.6 | 2.694 | CH | 71.6 | 1.519 | 0.64 | 1.890 | 〃 |
| 44 | 2.0—2.4 | 56.8 | 39.9 | 3.3 | 52.9 | 22.2 | 30.7 | 2.680 | 〃 | 77.5 | 1.517 | 0.52 | 1.656 | 〃 |
| 45 | 1.6—2.0 | 58.8 | 40.9 | 0.3 | 51.3 | 21.0 | 30.3 | 2.692 | 〃 | 75.3 | 1.539 | 0.62 | 1.928 | 〃 |
| 46 | 2.2—2.6 | 52.8 | 45.5 | 1.7 | 55.0 | 22.2 | 32.8 | 2.682 | 〃 | 77.3 | 1.494 | 0.78 | 2.102 | 〃 |
| 47 | 3.0—3.4 | 54.8 | 44.7 | 0.5 | 48.1 | 23.0 | 25.1 | 2.690 | CL | 76.3 | 1.516 | 0.60 | 1.667 | 〃 |
| 48 | 1.8—2.2 | 56.2 | 43.2 | 0.6 | 48.0 | 20.5 | 27.5 | 2.722 | 〃 | 66.4 | 1.592 | 0.54 | 1.894 | Daebool |
| 49 | 2.0—2.4 | 48.2 | 51.4 | 0.1 | 43.7 | 18.8 | 24.9 | 2.708 | 〃 | 66.7 | 1.551 | 0.52 | 1.717 | 〃 |
| 50 | 1.4—1.8 | 58.2 | 41.7 | 0.1 | 51.7 | 21.2 | 30.5 | 2.717 | CH | 69.7 | 1.451 | 0.55 | 1.874 | 〃 |
| 51 | 4.2—4.6 | 46.2 | 53.6 | 0.2 | 42.5 | 17.8 | 24.7 | 2.722 | CL | 53.6 | 1.622 | 0.52 | 1.448 | 〃 |
| 52 | 2.2—2.6 | 39.6 | 60.3 | 0.1 | 35.9 | 18.4 | 17.5 | 2.717 | 〃 | 55.2 | 1.560 | 0.55 | 1.554 | 〃 |
| 53 | 1.8—2.2 | 48.7 | 49.7 | 2.1 | 46.1 | 20.5 | 25.6 | 2.717 | 〃 | 66.0 | 1.566 | 0.72 | 1.911 | 〃 |
| 54 | 4.6—5.0 | 57.6 | 41.1 | 1.3 | 44.9 | 19.7 | 25.2 | 2.707 | 〃 | 66.1 | 1.597 | 0.66 | 1.706 | 〃 |
| 55 | 1.8—2.2 | 38.2 | 61.1 | 0.7 | 35.3 | 18.5 | 16.8 | 2.705 | 〃 | 52.9 | 1.651 | 0.43 | 1.484 | 〃 |
| 56 | 5.2—5.6 | 36.2 | 63.4 | 0.4 | 38.7 | 18.5 | 20.2 | 2.705 | 〃 | 55.9 | 1.687 | 0.43 | 1.433 | 〃 |
| 57 | 1.4—1.8 | 41.6 | 57.7 | 1.7 | 33.7 | 17.7 | 16.0 | 2.727 | 〃 | 49.7 | 1.727 | 0.46 | 1.635 | 〃 |
| 58 | 5.6—6.0 | 43.6 | 55.9 | 0.5 | 36.5 | 19.5 | 17.0 | 2.723 | 〃 | 56.3 | 1.666 | 0.47 | 1.597 | |
| 59 | 1.6—2.0 | 52.2 | 47.7 | 0.1 | 47.3 | 19.6 | 27.7 | 2.713 | 〃 | 65.0 | 1.624 | 0.70 | 1.890 | 〃 |
| 60 | 1.2—1.6 | 45.6 | 54.0 | 0.4 | 38.8 | 18.7 | 20.1 | 2.720 | 〃 | 55.8 | 1.618 | 0.54 | 1.646 | 〃 |
| 61 | 2.0—2.4 | 52.2 | 47.6 | 0.2 | 48.9 | 19.9 | 29.0 | 2.717 | 〃 | 62.2 | 1.606 | 0.69 | 1.663 | 〃 |
| 62 | 5.0—5.4 | 56.2 | 43.8 | 0 | 49.5 | 19.6 | 29.9 | 2.714 | 〃 | 57.9 | 1.660 | 0.62 | 1.587 | 〃 |
| 63 | 1.0—1.4 | 59.6 | 40.1 | 0.3 | 47.4 | 21.6 | 25.8 | 2.726 | 〃 | 70.0 | 1.508 | 0.78 | 2.273 | 〃 |
| 64 | 1.6—2.0 | 53.6 | 46.4 | 0 | 43.0 | 18.5 | 24.5 | 2.719 | 〃 | 60.3 | 1.619 | 0.56 | 1.594 | 〃 |

## 參 考 文 獻


1. 金周範(1974) "河成堆積層地盤調査結果", 韓國農工學會誌, 16(4), pp.67~72.
2. 金周範, 柳基松(1977) "浦項冲積粘土의 物理的 性質" 韓國農工學會誌 19(4), pp.17~22.
3. 金周範, 柳基松, 金浩一(1983), "더치콘(Dutch cone) 貫入試驗에 대하여", 韓國農工學會誌, 25(2), pp.25~33.
4. 金浩一, 秦柄益, 柳基松(1984), "大佛干拓地 冲積粘土의 工學的 特性에 關한 硏究", 韓國農工學會誌, 26(1), pp. 29~37.
5. 邊普燁(1965), "蔚山港海底粘土의 指數的 特性에 關하여", 大韓土木學會誌, 13(1), pp.2~6.
6. 邊普燁(1972), "韓國主要港灣의 冲積土의 指數的性質에 關한 硏究", 大韓土木學會創立二十周年紀念論文集, pp.1~18.
7. 柳基松, 金始源(1978), "冲積粘土의 土質工學的 諸性狀에 關한 硏究", 韓國農工學會誌, 20(4) pp.37~42.
8. 尹忠燮, 柳基松, 趙炳辰(1983), "榮山江 干拓地 冲積土의 物理的 特性", 慶尙大論文集(理工系編), 22, pp.107~113.
9. 林炳祚(1968) "우리나라粘土의 壓密性과 透水性에 對한 推定法", 大韓土木學會誌, 15(4), pp.27~35.
10. 秦柄益, 千柄植(1977), "A. Casagrande의 塑性圖에 關한 實驗的 硏究", 大韓土木學會誌, 25(2), pp. 85~94.
11. Atterberg, A.(1911) "Die plastizitat der tone" Intern Mitteil Bodenkunde, Vol.1, pp.4~37.
12. OHSAKI, Yorihiko(1957), "Geotechnical Properties of Kanto-Loam & Its Anisotropy", Report of the Building Research Institude, 21, pp.1~14.
13. Russell, J.C.(1928), "Variation in the B-Horizon Am soil survey", Assoc. Bull. 9, pp. 100~112.
14. Seed, H. Bolten, Richard J. Woodward and Raymond Lundgren(1964), "Fundamental aspects of the atterberg limits", Proceeding, ASCE, Vl.90, No. SM6, pp.75~105.
15. Tezaghi, Karl(1926), "Simplifiedsoil tests for snbgrades and their physical significance", Public Roads.
16. 村山朔郎, 赤井浩一, 植下 協(1958), "大阪洪積層粘土の工學的特性", 土と基礎, 28, pp.39~47.
17. 山口英太郎, 難波直彦, 岡晃, 永石義隆, 村岡嘉邦(1959), "不知火海冲積粘土の 土質について", 日本九州農業試驗場彙報, 5(4), pp.349~358.
18. 山口英太郎, 難波直彦, 岡晃, 永石義隆, 村岡嘉邦(1964), "有名海干拓地基礎地盤の 土質に關する調査硏究", 日本農業土木試驗場 報告書(2), pp. 509~566.
19. 植下 協(1964), "冲積層粘土の 壓縮指數と液性限界おさび間げき比との 關係について", 第19回土木學會講演概要, 4, pp.40.1~40.2
20. 鈴木好一, 大崎順彦, 荒木春視(1965), "粘性土における土質常數値の相關性", 日本土質工學會第10回シンポジウム, pp.141~146
21. 桑原 徹, 堀內孝英(1966), "名古屋市南部の軟弱粘性土の性質について", 名城大學理工學部 硏究報告, 7, pp. 34~59.