

백 프레스가 壓密試驗中 空隙水壓 發達에 미치는 影響

Effects of Back Pressure on Pore Pressure During Consolidation Test

姜 秉 熙*
Byung Hee Kang

Abstract

The needs for reproducing in situ neutral pressure, and for having fully saturated specimens and pore pressure measuring system for consolidation testing were examined in respect to pore pressure development. undisturbed specimens of a sensitive marine soft clay were tested in the ANTEUS consolidometer with the application of four different magnitudes of back pressure (0, 5, 40 and 70 lb/in²) in order to investigate the effect of back pressure on pore pressure development during consolidation test.

The effect of back pressure on pore pressure development during consolidation is striking for back pressure up to 40 lb/in² but, above this value, no measurable effects of back pressure variations on pore pressure development are evidenced.

I. 序 論

모든 試驗室 試驗에서 가장 重要한 것은 試驗中の 試料에 대하여 現場의 대하여 諸條件를 具備시켜 주는 것이다.

地下水位 以下에서 試料를 採取할 때 試料內에 發生하는 많은 變化중 物理的 攪亂은 現代試料採取技術의 發達로 因하여 거의 除去할 수 있으나 靜水壓의 低下는 거의 避할 수 없는 實情이다. 이 水壓의 低下로 말미암아 空隙水內에 氣泡가 發生하게 되고 이로 因하여 壓密現象에 影響을 주게 될 것이다. 특히 壓密試驗中 空隙水의 發達 및 消失은 空隙水 및 壓密試驗器의 空隙水壓 測定裝置內의 飽和度에 많은 影響을 받을 것으로 豫想된다. 그래서 試料에 다

現場에서 받고있는 크기의 空隙水壓을 미리 加하여 試料의 飽和度를 現場條件으로 復舊시키고 또 壓密試驗器內의 飽和를 爲하여 백 프레스(Back pressure)를 加하여야 할 것이다.

그러면 實際로 백 프레스가 壓密試驗에서 空隙水壓의 發達 및 消失에 어떠한 影響을 미치는지를 檢討코저한다.

II. 過剩水壓(Hydrostatic Excess Pressure)

갑작스런 應力の 變化에 依해서 흙에 誘發되는 初期空隙水壓은 作用하는 主應力(Principal stress)變化的 크기 및 흙 構造의 壓縮性에 依하여 決定된다.

SKEMPTON(1954)은 이러한 重要한 概念을 한쌍의 空隙水壓 變數(pore pressure parameter)를 導入시켜서 다음과같이 매우 有用한 方程式으로 表示하였다.

$$\Delta u = B[\Delta \sigma_1 + A(\Delta \sigma_1 - \Delta \sigma_3)] \quad (1)$$

空隙水壓 變數 B는 飽和度에 依해서 左右되며 完全飽和된 흙에서는 一般의 1이다. 그러나 變數 A는 作用된 應力, 土粒子 크기 및 모양, 흙의 構造 및 기타 다른 要素에 依해서 決定된다.

實驗室의 一次元 壓密試驗 中에 誘發되는 過剩水壓에 對한 方程式을 LAMBE(1962)는 다음과같이 나타내었다.

$$\Delta u = C \Delta \sigma_1 \quad (2)$$

여기서

$$C = \frac{1}{1 + n \frac{C_w}{C_{c1}}}$$

n = 空隙率

C_w : 물의 壓縮性(Compressibility)

C_{c1} : 一次元 應力下에서의 흙의 壓縮係數
(Coefficient of soil compressibility)

* 仁荷大學校工科大學

完全飽和된 흙에서는 變數 C는 "1"을 取할수있다. 壓縮성이 낮은 흙에서는 二次壓密 中에 흙의 構造로써도 새로히 增加한 荷重下에서 空隙水壓이 完全히 發達하는것을 저지 시키기에는 充分하다 (NORTHEY and THOMAS, 1965).

現場에서 發生한 初期過剩水壓은 같은 크기의 應力變化下에서 實驗室의 一次元壓密試驗器의 壓密室內에서 發生한 것과는 다르다. 그러나 現場에서 等方性壓密(isotropic consolidation) 즉 $\Delta\sigma_1 = \Delta\sigma_3$ 상태에서는 式 (1)에서 구한 初期過剩水壓은 實驗室試驗에서의 一次元壓密試驗의 初期過剩水壓과 같으며 또한 이는 만약 흙이 完全히 飽和되었다면 變數 A에 關係없이 應力の 增分과 같다.

III. 完全飽和에 必要한 백 프레셔의 크기

不完全飽和 흙 試料內의 空隙水壓을 增加시키면 다음 두가지 方向으로 空隙內의 氣泡體積에 影響을 미친다. 즉 하나는 直接的인 壓縮에 依하여 發生하는 體積減少(Boyle 法則)이며 다른 하나는 높은 壓力에 의한 氣泡의 空隙水內의 溶解(Henry의 溶解法則)이다.

흙試料에 백 프레셔를 徐徐히 加하면 空隙水의 水壓은 徐徐히 增加되고 따라서 氣泡體積은 直接的인 壓縮 및 空隙水內의 溶解로써 減少되며 同時에 氣泡의 縮少된 部分은 물이 차지하게 된다. 이러한 過程中 土粒子 自體의 體積은 變하지 않는다.

LOWE(1960)는 흙의 總體積은 一定하게 하고 다만 含水量만 增加시키는 條件下에서 어떤 一定한 飽和度를 얻기爲해 增加시켜야할 空隙水壓 Δu 를 다음과 같이 表示하였다.

$$\Delta u = P_0 \left[\frac{1 - S_0(1-H)}{1 - S_p(1-H)} - 1 \right] \quad (3)$$

여기서

P_0 : 空隙內氣泡의 初期空氣壓力

S_0 : 初期飽和度

H : Henry의 溶解係數(室溫에서는 약 0.02)

S_p : Δu 만큼 增加시킴으로써 얻어지는 飽和度.

흙試料 氣泡內의 初期壓力이 大氣壓과 同一하다고 假定하면 室溫에서 시료를 完全히 飽和시키기爲해 加해 주어야할 백 프레셔의 크기는 다음과 같이 表示된다.

$$U_b = 14.7 \left[\frac{1 - 0.98S_0}{0.02} - 1 \right] (1b/in^2) \quad (4)$$

IV. 試料 및 試驗器具

1. 試料

泰國의 방북 近郊에서 地下 약 18ft 깊이에서 採取한 海成軟弱粘土를 使用하였다. 粘土試料의 銳敏比는 4.5~6.0이며 空隙水 1l 當 약 3.2gr의 可溶性 鹽을 含有하고 있는 약간 過壓密된(過壓密比 약 1.3)粘土이다. 表 1. 에서 보는바와같이 各試料의 液性限界는 80~90%로서 상당히 높으나 이는 自然含水量보다 낮다(거의 近似한 數值임). 또한 粘度分布는 粘土크기 ($<2\mu$)粒子는 약 60%이고 실트(#200번체) 및 細砂의 含有量은 各各 29% 및 11%이다.

壓密試料의 크기는 直徑이 $1\frac{1}{2}$ inch이고 높이는 $3/4$ inch 이었다. 各試料의 基本性質은 表 1. 과 같다.

表 1. 試料의 基本性質

시험번호	공극비 e	함수비 w(%)	포화도 s(%)	건조단위중량 -6d(lb/ft ³)	액성한계 w _c (%)	소성지수 Ip(%)	비중 G _s
I-S-0	2.315	86.0	100	50.8	81.5	48.3	2.70
I-S-1	2.45	90.0	100	49.5	85.0	51.9	2.73
I-S-2	2.35	89.9	100	50.1	81.10	48.1	2.69
I-S-3	2.42	89.5	99.3	49.2	81.10	48.1	2.69
II-S-B2	2.45	89.5	99.3	49.3	83.7	49.8	2.73
II-S-C2	2.31	83.9	99.5	51.5	81.0	48.2	2.73
IV-S-2	2.35	87.0	100	50.5	83.0	50.6	2.714

2. 壓密試驗器(Consolidometer)

使用한 壓密試驗器는 흔히 백 프레셔 壓密試驗器

(Back pressure consolidometer)라고 불리우는 ANTEUS 壓密試驗器 모델 A-1이다. 이는 백 프레셔의 原理를 一次元 壓密試驗에 應用할 수 있도록 設

計開發된 것으로서 試驗중 一面排水토록 되어있고 空隙水壓을 測定할 수 있다.

이 壓密試驗器의 主要 特徵은 二重室로서 알미늄 판에 固着시킨 隔膜(roll seca)에 의해서 試料室과 荷重室로 나누어져 있다. 이 알미늄판을 통해서 試料上部表面의 多孔板에 荷重을 加한다. 그리고 두 개의 아주 精密한 調節器(bleed tye regulator)를 使用하여 一定한 백 프레스 및 荷重을 維持한다. 0.5 lb/in² 以上の 壓力은 調節器로써 加하고 그 以下の 壓力을 水槽(Sliding reservoir)를 위로 移動시키면서 加한다. 이들 上下 二室에 똑같은 크기의 壓力을 同時に 加할 수가 있어 백 프레스를 加하는 중에 試料에 어떠한 荷重도 加해지지 않도록 되어있다. 壓密環(Consolidation ring)內的 試料 바닥의 空隙水壓을 空隙水壓 測定器(pore pressure relay)에 연결시켜 試驗중 水壓을 測定할 수가 있다. 壓密環은 直徑 2½ inch 의 스테인레스 스틸로서 内部壁에는 테플론을 붙여서 側壁摩擦을 減少시키도록 되어있다,

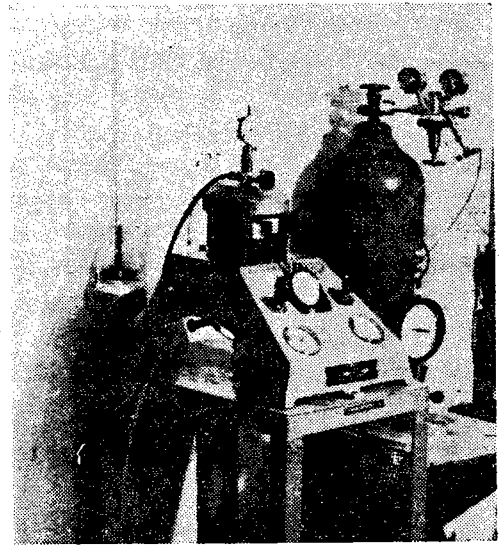
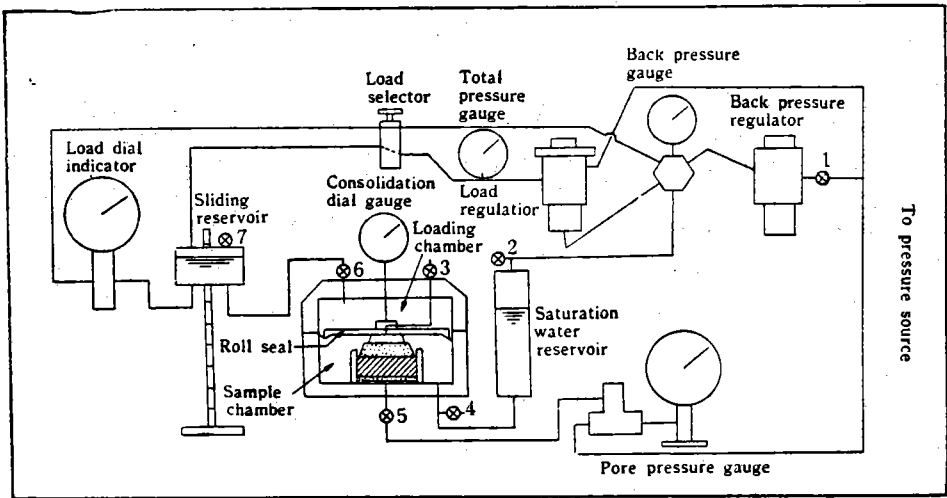


사진 1. ANTEUS 壓密試驗器 모델 A-1.



- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. Back Pressure supply valve | 2. Back Pressure vent valve |
| 3. Saturation vent valve | 4. Saturation water valve |
| 5. Pore water valve | 6. Load valve |
| 7. Load pressure vent valve | |

그림 1. Anteus consolidometer-Schematic Diagram

V. 試驗結果 및 討論

1. 空隙水壓의 發達

1) 過剩水壓의 測定值

흙에 應力의 變化를 갑자기 줌으로써 發生하는 初

期過剩水壓(initial hydrostatic excess pressure)의 크기는 應力의 變化量, 흙의 飽和度, 흙構造의 壓縮性 및 其他 諸要素에 의해서 決定된다.

完全飽和 狀態의 흙의 空隙水壓 變數: C는 本質的으로 "1"로서 이는 發生한 初期過剩水壓과 荷重增分과의 크기가 같다는 뜻이다. 이는 過剩水壓

이 發達하는 동안에는 排水가 許容되지 않는 非排水 條件下에서 일어난다.

본 研究에서 使用한 ANTEUS 壓密試驗器는 荷重을 增加시키고 同時에 排水가 許用되기 때문에 단지 過剩水壓과 荷重增加분의 比의 最大值, $\max. \Delta u/\Delta p$ 만을 決定할 수 있었으며 空隙水壓 變數: C 値는 求할 수가 없었다.

흙試料內에 發生하는 過剩水壓 測定値에 影響을 끼칠수있는 可能的 要素는 다음과 같다.

- i) 試料와 壓密室(Consolidation cell) 内部壁과의 摩擦.
- ii) 흙試料의 飽和度
- iii) 空隙水壓 測定裝置(measuring system)의 伸縮性(flexibility)
- iv) 흙構造의 壓縮性

그림 2. 는 壓密試驗器의 空隙水壓 測定裝置(흙試料에 發生한 空隙水壓이 測定 gauge에 傳達되는 全系通을 말함)의 說明圖(Schematic diagram)이다. 그림에서 Δu_s 는 흙試料 表面의 空粘水壓이고 Δu_b 는 게이지에 測定된 空隙水壓이다. 만약 試料가 完全飽和되었다면 밸브 A를 닫고 Δp 를 加하면 곧 $\Delta u_s = \Delta p$ 가 된다. 그래서 壓密試驗器內에서 試料가 完全히 飽和되었다면 Δp 를 加한 直後 이와같은 크기의 壓密水壓이 空隙水壓 게이지에 依해 測定되어야 한다.

그러나 筆者가 行한 一部 試驗器에서는 測定된 $\max \Delta u_s$ 는 Δp 보다 적었다. 試料가 完全히 飽和되고 壓密室 內壁의 摩擦이 없다면 이러한 結果는 다음 理由중의 적어도 하나이기 때문이다.

- 즉, i) 空隙水壓 測定裝置의 過대한 伸縮性.
- ii) 흙試料 構造의 낮은 壓縮性.

흙試料가 完全飽和狀態이고 排水를 許容하지 않았을때(밸브 A를 닫음)는 空隙水壓 測定裝置에 어떤 一定한 水壓에 到達하기까지는 어느 程度의 時間을 要한다. 이는 主로 흙試料의 透水係數 및 空隙水壓 測定裝置의 伸縮性 때문이다. 그림 3(a)에서와 같이 $\max. \Delta u_s$ 는 Δp 를 加한 후 어느 程度의 時間이 지난 後에야 記錄된다. 만약 밸브 A를 열고 Δp 를 加하면 Δu_s 의 消失曲線은 그림 3(b)와 같은 모양으로 그려진다. 그러나 밸브 A 및 B를 다 열어놓고 Δp 를 加하면 Δu_s 値는 위에서 言及한 두가지 境遇의 複合現象에 의해서 決定되며 그림 3(c)와같은 曲線을 그리게 된다.

본 研究에서 使用한 ANTEUS 壓密試驗器는 排水 條件을 조절할 수 없어 非排水狀態가 不可能하므로 그림 3(c)와같은 方法으로 空隙水壓이 게이지에 測

定되었다. 그래서 $\max u_s$ 는 Δp 보다 작게 記錄되었다. 그러나 Terzaghi理論을 檢討해보면 最大過剩水壓은 荷重을 加한後 약 2分以內에 發達하고 過剩水壓 發生과 同時에 그 一部가 消失되므로 最大過剩水壓에 이르기까지의 消失로 因한 空隙水壓의 減少量은 增加한 荷重의 약 1% 미만인것을 알 수 있다.

結論的으로 그림 4에서와같이 높은 백 프레스를 加한 試驗에서는 完全히 飽和되었기 때문에 높은 過剩水壓이 記錄되었음을 說明할 수 있다.

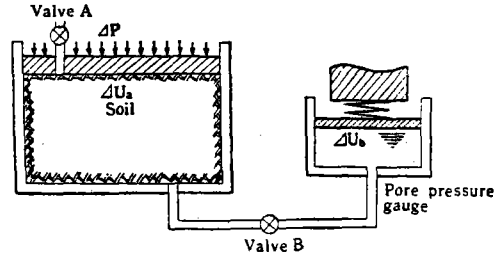


그림 2. 空隙水壓 測定裝置의 說明圖

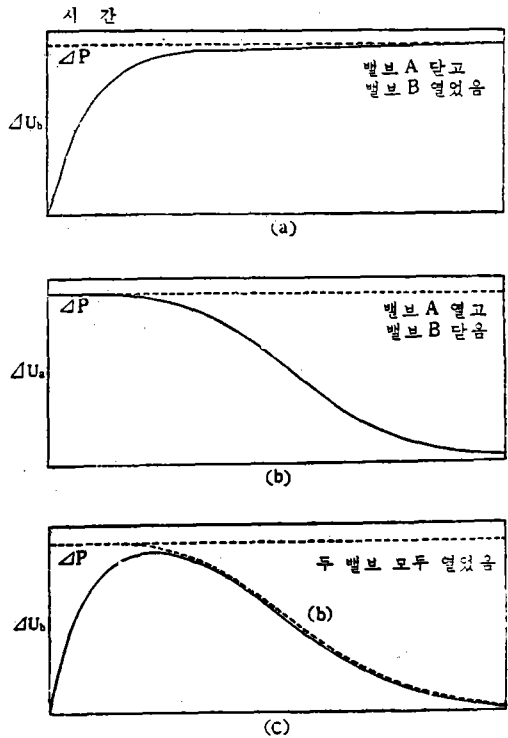


그림 3. 그림 2에서 보인 裝置에서의 空隙水壓의 發達 및 消失

2) 백 프레스 및 $\max. \Delta u/\Delta p$.

그림 4에서 네가지가 다른 백 프레스를 加한 標準壓密試驗의 各載荷段階에서 求한 $\max. \Delta u/\Delta p$ 値를 그렸다. 그림에서 $\max. \Delta u/\Delta p$ 値는 백 프레스

의 증가에 따라 증가한다. 그러나 個別的으로는 높은 백 프레서를 가한 試驗에서는 荷重 증가에 따라 max. $\Delta u/\Delta p$ 는 減少하고 낮은 백 프레서를 가한 試料에서는 荷重 증가에 따라 max. $\Delta u/\Delta p$ 値는 增加하는 傾向을 보이고 있다.

백 프레서가 크면 물주름(본 시험에서는 40 lb/in² 까지) max $\Delta u/\Delta p$ 値는 增加하고 또 max $\Delta u/\Delta p$ 値에 도달하는 時間은 짧아지는 理由는 다음과 같이 說明할 수 있다.

i) 모든 氣泡가 空隙水內에 完全히 再溶解되기에 充分한 水壓에 到達할때까지는 백 프레서가 增加함에 따라 試料內의 氣泡의 體積은 減少된다.

不完全飽和 試料內의 氣泡는 試料內의 물의 흐름을 妨害하여 試料의 有效透水係數를 減少시킨다. 따라서 不完全飽和 試料에서의 過剩水壓의 發達 時間은 길다.

ii) 不完全飽和 試料의 空隙은 空氣와 물로써 차 있다. 이러한 境遇의 空隙水壓 變數 C는 式(2)로부터 다음과 같이 表示할 수 있다.

$$C = \Delta u/\Delta p = \frac{1}{1+n \frac{c_p}{c_s}} \quad (5)$$

여기서

c_p : 空隙의 壓縮性

c_s : 試料構造의 壓縮性

壓縮性이 거의 없는 물로써 空隙을 채우고있는 完全飽和試料에 비해 不完全飽和試料의 壓縮性은 大端히 높다. 따라서 不完全飽和 試料의 C値는 完全飽和 試料에 비해 적다.

iii) 백 프레서가 試料 空隙內에서와 같이 壓密裝置內의 氣泡도 溶解 및 縮小시킨다는 事實에도 留意하여야한다.

낮은 백 프레서下에서는 空隙水壓 測定裝置內에 存在하는 氣泡로 因해서 壓密裝置의 伸縮性이 높게 되고 이것으로 因해서 過剩水壓은 實際値보다 낮게 測定된다.

그림 3(a) 曲線과같이 非排水 條件下에 測定된 最終水壓은 다음과같은 方程式으로 表示된다.

$$\Delta u_b = \frac{1}{1+B} \Delta u_a \quad (6)$$

여기서

B: $G/A.H.m_v$

G: 測定裝置의 伸縮性. 單位 壓力當게이 지에 作用하는 流量으로써 表示됨.

A: 시료 단면적

H: 시료 높이

全測定裝置(즉 空隙水壓 測定 게이지, 多孔板, 나

이론 연결관, 그리고 全裝置內에 차여있는 물 및 기름 등)의 伸縮性은 氣泡가 없고 完全飽和되었다면 前 載荷過程에서 거의 一定하다. 그러나 裝置內의 一部에 氣泡가 存在한다면 G値는 크게 增加한다. 만

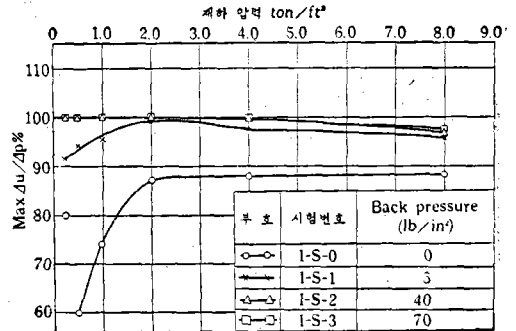


그림 4. max $\Delta u/\Delta p$ 의 發達에 미치는 백 프 레서의 影響

약 B値가 0.01보다 더크게되면 蒸水許容試驗(載荷와 同時에 排水가 일어난)에서 測定된 max Δu_b 値는 Δu_a 보다 훨씬 적게 記錄될 수 있다. (WHITMAN, 1961).

3) 높은 백 프레서 下에서의 載荷壓力과 max $\Delta u/\Delta p$ 의 關係

그림 4. 에서와 같이 높은 백 프레서 (> 40 lb/in²)를 가한 試驗에서는 max $\Delta u/\Delta p$ 値는 荷重 增加에 따라 약간 減少한다. 그 主要 理由는 다음과 같다.

i) 荷重 增加에 따라 土粒子는 다져지고 粒子間의 結合應力은 더욱 더 增加되어 試料構造의 壓縮性은 낮아진다. 이렇게 낮아진 試料構造의 壓縮性때문에 式(5)에 의해서 過剩水壓이 完全히 發達하지 못한다. 이 事實은 表 2에서 max $\Delta u/\Delta p$ 値는 40 lb/in²의 백 프레서 下에서 載荷期間의 函數가 된다는 사실로써 뒷받침되고 있다.

이 표에 의하면 最終載荷段階(4.0~8.0 ton/in²)에서 載荷期間 48, 24, 12 및 6시간에 대한 max $\Delta u/\Delta p$ 의 測定値는 각각 95% 97% 97.5% 및 98.5% 이라는 事實으로서 二次壓密中에 試料의 構造가 어떻게 發達하고 그 發達된 構造가 過剩水壓 測定値에 미치는 影響을 알 수 있다.

4) 낮은 백 프레서 下에서의 載荷壓力과 max $\Delta u/\Delta p$ 와의 關係

前述한바와같이 max $\Delta u/\Delta p$ 値는 試料構造의 壓縮性 透水性 및 測定裝置의 伸縮性에 의해서 決定된다.

試料에 5 lb/in²의 낮은 백 프레서를 가하면 試料의 初期飽和度는 比較的 낮고 따라서 試料의 透水係數도

表 2. 40 lb/in²의 백 프레셔 下에서 載荷期間 이 空隙水壓 發達에 미치는 影響

구분 시 間 재 하 (tm/ft ²)	max Δu/Δp (%)			
	48	24	12	6
0~0.25	94.0	100.0	100.0	100.0
0.25~0.50	100.0	100.0	100.0	100.0
0.50~1.0	100.0	—	100.0	98.5
1.0~2.0	98.0	100.0	100.0	100.0
2.0~4.0	96.3	99.0	100.0	98.2
4.0~8.0	95.0	97.0	97.5	98.5

낮으며 또한 測定裝置의 伸縮性은 높아서 初期載荷 段階에서는 空隙水壓의 게이지의 反應이 낮다. 그러나 載荷壓力의 增加에 따라 氣泡의 排出과 同時에 載荷直後의 높은 空隙水壓 때문에 測定裝置의 伸縮性은 減少되고 空隙水內의 氣泡의 減少로 인한 흙의 透水性은 增加하기는하나 한편으로는 載荷壓力 增加에 따라 흙의 空隙比는 減少됨으로써 흙의 構造의 壓縮性을 減少시키고 또한 透水係數도 현저히 減少시킨다. 이들 相反된 要素들의 複合作用에 의해 測定裝置의 伸縮性에 더 影響을 받는 어떤 載荷壓力까지는 max Δu/Δp가 增加하고 그 以上の 載荷壓力에 對해서는 減少하는 傾向으로 나타난다.

백 프레셔를 加하지 않은 試驗에서는 그림 4에서와 같이 전試驗을 통하여 氣泡의 存在가 max Δu/Δp-載荷壓力 曲線에 가장 뚜렷한 影響을 보이고 있다. 즉 減少된 흙構造의 壓縮性 및 透水性은 測定裝置의 伸縮性의 큰 變化에 의해 나타나지 않았다. 5 lb/in²의 낮은 백 프레셔를 加한 試驗결과와 비슷하다 그러나 載荷壓力이 약 2 ton/ft² 以上일 때는 空隙水中의 氣泡는 5 lb/in²의 낮은 백 프레셔로써도 氣泡를 充分히 水中에 溶解시킬 수 있을 정도로 氣泡量이 減少되어 5 lb/in²의 백 프레셔에 對한 曲線도 높은 백 프레셔에 對한 曲線과 같은 傾向을 보여준다.

즉 載荷壓力이 2 ton/ft² 以上일 때는 max Δu/Δp值는 載荷壓力의 增加에 따라 減少한다.

5) max Δu/Δp에 도달하는 時間

그림 5. 에서와 같이 max Δu/Δp에 도달하는 時間은 백 프레셔의 크기에 反比例하고 載荷壓力에 比例한다. 그림 5에서 試料表面에 發生한 空隙水壓 Δu₀가 試料 및 밸브 B를 통과하여 게이지에 도달해서 게이지를 動作케 하는 데 要하는 時間은 흙試料의 透水係數 및 測定裝置의 伸縮性의 函數이다.

백 프레셔를 加하지 않은 試驗에서는 氣泡는 흙의 透水性을 減少시키고 測定裝置의 伸縮性을 높게해서 백 프레셔를 加한 試驗보다 反應時間이 길게 된다.

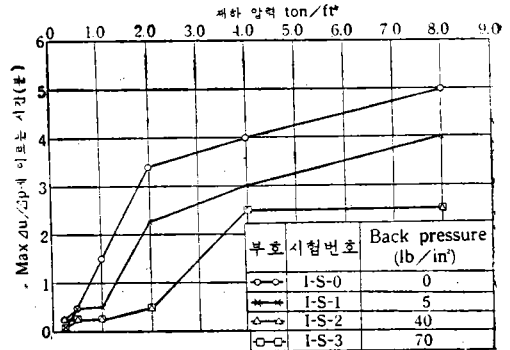


그림 5. 백 프레셔가 max Δu/Δp 에 도달하는 時間에 미치는 影響.

따라서 백 프레셔를 增加시키면 反應時間이 減少되고 載荷壓力이 增加할수록 透水係數가 減少되어 낮은 載荷壓力에 비해 最大空隙水壓에 到達하는 時間은 길어진다.

2. 過剩水壓의 消失

Terzaghi 理論에 의하면 過剩水壓의 消失은 壓密係數 및 排水 길이에 의해서 決定된다. 過剩水壓消失의 全過程에서의 흐름이 完全히 飽和되었다고 假定하면 壓密開始後 어떤 경과시간에서의 空隙水壓과 初期空隙水壓과의 比는 壓密係數에 反比例하고 排水長에 比例한다.

그림 6에서 0,40 및 70 lb/in²의 백프레셔를 加한

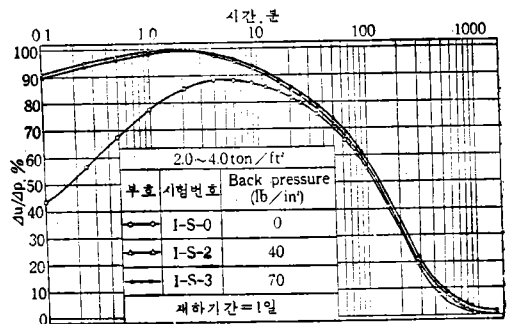


그림 6. 過剩水壓 消失에 對한 백 프레셔의 影響(載荷段階 2.0~4.0 ton/ft²)

3個의 試標準 壓密試驗의 各載荷段階에 대한 Δu/Δp-logt 曲線들은 그림 3(c)의 曲線과 같은 모양으로 그려진다. 各載荷段階別로 백 프레셔의 크기에 따라 曲線들을 比較한 결과 過剩水壓의 消失曲線은 서로 一致하여 큰 影響을 보이지 않았다.

VI. 結 論

1. 낮은 백 프레스에 비해 높은 백 프레스 하에서는 空隙水壓의 게이지에의 反應은 높고 또 그 反應時間도 짧다.

2. ANTEUS 壓密試驗器와같이 荷重增加와 同時에排水가 許容되는 壓密試驗에서는 높은 백 프레스 (> 40 lb/in²)를 加한경우 max Δu/Δp值는 載荷壓力의 增加에따라 減少한다. 그러나 백 프레스를 加하지 않은 경우 max Δu/Δp值는 載荷壓力과 함께 增加한다.

그리고 백 프레스의 크기에 關係없이 max Δu/Δp值에 到達하는 時間은 載荷壓力의 增加와함께 增加한다.

3. 試料 및 空隙水壓 測定裝置를 完全히 飽和시키는데 必要한 백 프레스의 크기 以上の 剩餘 백 프레스量은 空隙水壓의 發達및 消失에 別다른 影響을 미치지 않은것 같다. 즉 백 프레스가 40 lb/in²의 크기까지는 壓密중 空隙水壓의 發達에 對한 백 프레스 크기의 影響은 뚜렷했으나 40 lb/in² 以上の 백 프레스에 對해서는 40 lb/in²의 백 프레스의 것에 비해 別다른 影響을 보이지 않았다. 그러므로 백 프레스 40 lb/in²의 크기는 坊弱軟弱粘土의 空隙 및 壓密試驗器의 空隙水壓 測定裝置內的 氣泡를 溶解시키는, 充分한 값이다.

參 考 文 獻

(1) AKAI, K. (1961), The Effect of Back Pressure on the Consolidation and the Shear of an Undisturbed Satwated Clay, *Proc., 5th ICSMFE*, Paris, V.I, pp. 105-107.
 (2) ALPAN, I.(1961), The Dissipation Function for Unsaturated Soils, *Proc., 5th ICSMFE*, Paris, V.I, pp.3-5.
 (3) CRAWFORD, C.B.(1964), Interpretation of the Consolidation Test, *J.SMFD*, ASCE, V.90, no. SM5, pp. 87-102

(4) EIDE, O.(1968), Geotechnical Problems with Soft Bangkok Clay on the Nakon Sawan Highway Project, *Norwegian Geotechnical Institute*, Pub. No.78, 1-9.
 (5) LAMBE, T.W. (1951), *Soil Testing for Engineers*, Wiley, New York.
 (6) LAMBE, T.W., and WHITMAN, R.V.(1969), *Soil Mechanics*, Wiley, New York
 (7) LEONARDS, G. A. and ALTSCHAEFFL, G. (1964), Compressibility of Clay, *J.SMFD*, ASCE, V.90, no. SM5, pp.133-155.
 (8) LOWE, J., ZACCHES, P.F. and FELDMAN, H.S. (1964), Consolidation Testing with Back Pressure, *J.SMFD*, ASCE, V.90, no. SM5, pp. 69-86.
 (9) LOWE, J. and JOHNSON, T.C.(1960), Use of Back Pressure to Increase Degree of Saturation of Triaxial Test Specimens, *ASCE, Research Conf. on Shear Strength of Cohesive Soils*. Colorado. pp. 819-836.
 (10) MUKTABHANT, C., TEERAWONG, P. and T-ENGAMNUAY, V.(1967), Engineering Properties of Bangkok Subsoil, *Proc., 1st Southeast Asian Conf. on Soil Engineerings* Bangkok, pp.1-7
 (11) NORTHEY, R.D. and THOMAS, R.F.(1965), Consolidation Test Pore Pressures, *Proc., 6th ICSMFE*, Montreal, V.I. pp. 323-327.
 (12) SCHURMAN, E.(1966), The Compressibility of an Air/Water Mixture and a Theoretical Relation between the Air and Water Pressures, *Geotechnique*, V.16, pp. 269-280.
 (13) SCOTT, R.F.(1963), *Principles of Soil Mechanics*, Addison Wesley, Reading, Mass.
 (14) TEVES, A.S. and MOH, Z.C.(1968). Compressibility of Soft and Medium Bangkok Clays, *Research Report No.4, Asian Institute of Technology*, Bangkok