

壓密係數 算定方法의 比較研究 및 電算프로그램의 開發

Comparative Study and Development of Computer Program on The Coefficient of Consolidation

張 秉 郁* · 尹 相 默**
Chang, Pyoung Wuck · Yun, Sang Muk

Summary

The research effort has been focused on better calculation methods for the coefficient of consolidation under the theory of one dimensional consolidation. This research has been made available to engineers in the form of the computer program COMCv.

The following conclusions can be drawn from the result of the engineering analysis, programming, and field observations.

1. Performing comparative study on six methods(Taylor, Casagrande, Sivaram & Swamee, Su, Cour, and Scott) which can find out the coefficient of consolidation, the computer program COMCv is developed for each method.

2. Comparing the observed settlement and computed one in use of the coefficient of consolidation computed with COMCv, the result by the method of Sivaram & Swamee, Taylor, and Su is closer to the observed settlement.

I. 緒 論

일반적으로 地盤에 荷重이 가해졌을 때 地盤의 沈下는 土粒子가 再配列되거나 間隙사이에서 물과 공기가 排出됨으로 인하여 일어난다. 載下時 地盤에서 일어나는 沈下는 크게 即時沈下와 壓密沈下로 나눌 수 있다. 即時沈下는 舍

水比의 變化없이 彈性變形으로 생긴 沈下로서 彈性論에 의해 誘導된 式에 의하여 구할 수 있다. 또한 地盤의 荷重을 받을 때 土粒子사이의 間隙水가 빠져나감으로 인하여 壓縮이 되는 것을 볼 수 있는데 이러한 現象을 壓密이라 한다. 壓密沈下는 荷重增加에 의하여 발생한 過剩間隙水壓이 완전히 消散될 때까지 계속한

* 서울大學校 農科大學

** 서울大學校 大學院

키워드: 壓密係數, 沈下量, 先行壓密荷重, 時間係數, 壓密度

다. 이러한 壓密沈下의 過程과 壓密理論은 Terzaghi¹⁶⁾의 모델로 잘 說明될 수 있다. 이러한 모델을 통하여 Terzaghi는 물로 飽和된 粘性土의 부피 變化와 그 크기를 구하는 方法을 提示하였다.

그 후 壓密理論은 많은 研究와 發展이 뒤따라 一次壓密로 인한 全體 沈下量의 크기를 구하는 것은 상당한 水準에 이르고 있으나 經過時間과 沈下量의 關係를 豫測하는 研究는 未洽한 實情이다.

Terzaghi는 一次壓密과 速度에 관한 研究에서 壓密係數 C_v 를 常數로 놓고 壓密方程式의 解를 구하였으며 時間과 沈下의 關係는 壓密係數의 函數로 表示되므로 精確한 壓密係數를 구하는 것이 무엇보다도 重要하다.

壓密係數는 實驗室에서 Oedometer test의 結果로 나타난 試料의 壓縮速度에 의해서 구할 수 있다. Oedometer test는 Terzaghi가 그 原型을 提示하였으며¹⁵⁾ 우리나라에서도 KSF2316에 規定되어 있다.

실제로 時間對 壓縮量의 曲線은 理論的인 時間係數(T)對 平均壓縮度(U)의 曲線과 一致하는 경우가 드물기 때문에 實測曲線을 판독할때 實測曲線을 理論曲線에 가장 近似하게 表現하여 壓密係數를 구하는 fitting method가 Taylor^{5, 15)}와 Casagrande^{1, 2)}에 의해서 각각 發表되었으며 지금까지도 가장 널리 쓰이고 있다.

위의 方法외에도 S_u , Scott^{11~13)}, Crawford¹⁾, Cour³⁾, Sivaram & Swamee¹⁴⁾, Parkin⁹⁾, 그리고 Naylor & Doran⁸⁾ 方法 등이 있으며 최근에는 透水係數를 實測하여 壓密係數를 구하는 Samarasinge¹⁹⁾法 등이 발표되어 있다.

그러나 이상의 모든 方法들은 Terzaghi의 理論을 크게 벗어나지 못하고 있으며 理論値와 實測沈下量과를 比較해 볼 때 상당한 차이가 있어 아직도 正確한 壓密係數를 얻을 수 있는 方法에 대한 많은 研究가 필요하다. 또한 現在 널리 사용되고 있는 壓密係數 算定方法은 圖解

法으로서 個人的인 誤差가 크며 作圖 및 복잡한 計算이 必要하다.

본 研究에서는 實驗室에서 壓密係數를 算定하기 위하여 사용되는 여러 方法들을 比較하여 電算프로그램화하고, 각 方法들에 의하여 구한 壓密係數로 沈下量을 計算하고 現場에서 實測된 沈下量 및 經過時間과 比較하여 현재의 壓密狀態와 앞으로의 沈下를 豫測하고자 한다.

II. 壓密係數의 算定方法

1. 壓密係數의 算定方法

가. $\log(t)$ 法

이 方法은 室內壓密試驗에서 C_v 를 決定할 경우에 일반적으로 사용하는 두가지의 圖解法중 하나로 Casagrande²⁾가 提案한 것이다.

나. \sqrt{t} 法

Taylor¹⁵⁾가 提案한 方法으로 $U-\sqrt{t}$ 의 理論 曲線에서 壓密度가 약 60%까지는 거의 直線이라는 사실을 이용하여 壓密係數를 구할 수 있다.

다. Sivaram & Swamee의 계산에 의한 方法

Fitting method(\sqrt{t} method, $\log(t)$ method)에 의한 方法은 實測曲線과 理論曲線이 一致하지 않으므로 實測曲線을 作圖하여 解析하는 過程에서 個人的인 判斷에 따라 차이가 발생할 수 있다. Sivaram과 Swamee는 이런 차이를 最小化할 수 있는 計算式에 의해 壓密係數를 算定하는 方法을 提案했다.

시간계수와 압밀도의 관계에서 Sivaram과 Swamee는 平均壓密度의 전 구간에 대하여 다음의 식(1), (2)를 誘導하였다.

$$\frac{U}{100} = \frac{\sqrt{(4 \cdot T/\pi)}}{\{1 + 4 \cdot T/\pi\}^{2.80179}} \dots\dots\dots(1)$$

$$T = \frac{(\pi/4)(U/100)^2}{\{1 - (U/100)^{5.610357}\}} \dots\dots\dots(2)$$

위의 식을 基本으로 하여 一次元 壓密침을

假定하여 초기눈금 d_0 는 다음 식(3)과 같이 구한다.

$$d_0 = \frac{d_1 - d_2 \cdot \sqrt{(t_1/t_2)}}{1 - \sqrt{(t_1/t_2)}} \dots\dots\dots(3)$$

d_1, d_2 는 壓密度가 53% 되기 이전의 시간 t_1, t_2 에 對應하는 눈금이다. 壓密度 100%가 될 때의 눈금 d_{100} 은 다음 식(4)로 구한다.

$$d_{100} = d_0 - \frac{d_0 - d_3}{[1 - \{(d_2 - d_3)(\sqrt{t_2} - \sqrt{t_1}) / (d_1 - d_2)\sqrt{t_3}\}^{5.6}]^{0.179}} \dots\dots\dots(4)$$

시간 t_3 과 이에 對應한 눈금 d_3 은 壓密度가 53% 이상 進行된 후의 것이다. d_0 과 d_{100} 이 결정되면 壓密係數는 다음의 식(5)에서 구한다.

$$C_v = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_1 - d_2}{d_0 - d_{100}} \cdot \frac{H}{\sqrt{t_2} - \sqrt{t_1}} \right)^2 \dots\dots\dots(5)$$

라. S_u 의 最大傾斜法(Maximum slope method)

Casagrande의 方法과 같이 半對數用紙에 實測曲線을 그린다. 實測曲線上에서 기울기가 가장 큰 부분의 接線을 긋고 그 기울기 h 를 구하면 다음의 식(6)과 같이 임의의 壓密度 U 에 해당하는 눈금 d_u 를 구할 수 있다.

$$d_u = d_0 + \frac{h}{0.688} \cdot U \dots\dots\dots(6)$$

이때 d_0 는 $\log(t)$ 方法에서 구한 눈금과 같다. 壓密度 U 에 해당하는 d_u 를 구하면 이에 對應하는 時間을 구할 수 있다. 예를 들면, 壓密度 U 가 50%일때의 d_u 는 d_{50} 과 같고 實測曲線에서 d_{50} 에 해당하는 t_{50} 을 얻을 수 있다. 이 때 間隙水壓이 깊이에 따라 一定하다고 假定하면 時間係數 0.197과 t_{50} 을 이용하여 壓密係數를 구할 수 있다.

마. Cour의 變曲點法(Inflexion point method)

이 方法은 F. R. Cour가 Casagrande의 門

下에 있을 당시 研究한 것으로 理論的인 壓密曲線을 半對數用紙에 그렸을때(Fig. 1)이 曲線은 變曲점을 가지며 그때의 時間係數는 0.403, 壓密度는 70%임을 誘導해내고 그 때의 時間係數는 $T=0.403$ 임을 이용하여 쉽게 壓密係數를 구할 수 있다고 發表했다.

일반적으로 實驗室에서 荷重이 載荷된 후 初期에 침하량눈금을 읽는 것은 정확하지 않다. 變曲點法을 사용하면 초기값이 필요치도 않고 실험과정에서 90% 이상의 壓密을 기다릴 필요 없으며 실험중 變曲點만 넘게 되면 더 이상 데이터를 읽지 않아도 계산이 가능한 長點이 있다.

變曲點은 曲線의 tangent가 최대인 점을 의미하며 實測曲線에서는 傾斜가 최대인 區間의 中點을 變曲點으로 취한다.

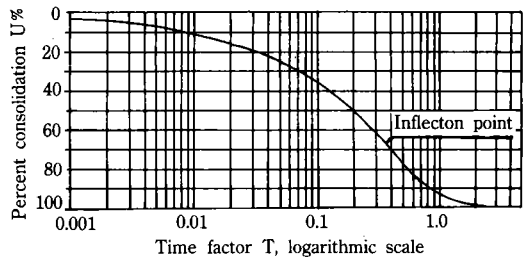


Fig. 1. Inflexion point method by Cour

바. Scott의 方法

Scott는 서로 다른 시간 t 와 Nt 까지 壓密이 발생한 比率을 이용하여 정해진 시간에 계속 눈금을 읽지 않아도 되는 方法을 提案하였다. 다음의 식(7)은 이를 壓密度에 관한 식으로 表現한 것이다. d_s 는 補正된 초기눈금이며 d_t 와 d_{Nt} 는 각각 시간 t 와 Nt 에서의 눈금이다. 이때 N 은 1보다는 커야하며 반드시 整數일 필요는 없다. 만일 N 이 無限히 크다면 $U(NT)$ 는 1이다. $U(T)$ 는 時間係數 T 에 대한 壓密度이며 $U(T)$ 는 時間係數가 T 의 N 배일 때의 壓密度이다.

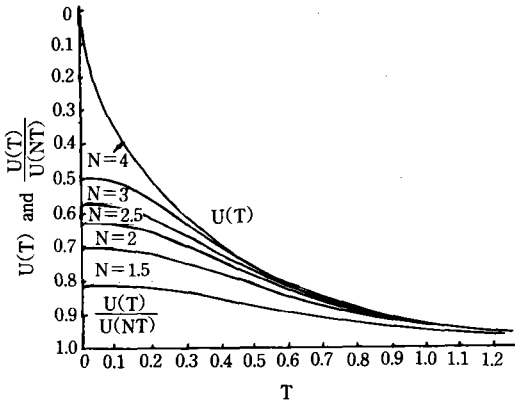


Fig. 2. Consolidation ratio vs. time factor

$$\frac{U(T)}{U(NT)} = \frac{d_s - d_t}{d_s - d_{NT}} \dots\dots\dots(7)$$

위의 식(7)은 壓密比로서 時間係數 T의 函數이며 時間係數와 壓密比와의 관계는 다음의 Fig. 2로 나타낼 수 있다. Fig. 2에서 주어진 N값에 대해서 식(7)에서 구한 壓密比와 이에 대응하는 時間係數 T를 구하면 시간 t에서의 壓密係數를 구할 수 있다. 이 方法에서 초기눈금 d_s 는 여러시간 단계에 걸친 壓密係數의 값이 收斂할 때까지 試算法에 의해 구한다.

2. 各 方法의 比較

Lambe & Whitman⁶⁾에 의하면 Taylor의 \sqrt{t} 법에 의한 壓密係數는 Casagrande의 $\log(t)$ 법에 의한 값보다 큰 값을 보이며 실제의 값에 더욱 가깝다고 하였다. Leonards⁷⁾는 \sqrt{t} 방법은 二次 壓縮을 고려하지 않은 상태에서 d_{90} 를 정하게 되어 실제 壓密係數보다 過大評價되므로 $\log(t)$ 법이 더 실제에 符合한다고 하였다.

이와같이 學者마다 실제에 가까운 壓密係數를 얻는 方法에는 見解가 다르나 일반적으로 二次 壓縮을 고려한 方法(Casagrande, Sivaram & Swamee 등)은 그렇지 않은 方法(Su, Cour, Taylor, Scott 등)보다 壓密係數가 작게 계산된다는 점은 의견을 같이하고 있다.

Casagrande의 $\log(t)$ 법은 KSF2316에 規定된

測定 時間間隔에 대한 실험 데이터를 모두 필요로 하며 Taylor, Su, Cour, Scott와 Sivaram & Swamee의 方法은 1시간이내의 실험데이터만 있으면 계산이 가능하다. 특히 Scott의 方法은 측정시작후 10분 이내의 실험데이터만 있어도 壓密係數의 계산이 가능한 長點이 있으며 초기 점을 알아내기 위한 試算法이 필요하므로 컴퓨터를 이용하면 效果的이다.

Casagrande, Taylor, Su, Cour의 方法은 실험데이터를 圖解法에 의해 정리하므로 個人的인 차이가 있기는 하지만 實驗值의 誤差에 能動的으로 對處할 수 있다는 長點이 있다. 實測曲線이 전형적인 S형의 곡선을 보이지 않을때는 Taylor와 Su의 方法을 사용하는 것이 合理的이다.

III. 壓密係數算定 프로그램의 開發

KSF 2316에 規定된 Oedometer test의 結果를 이용해 壓密係數를 구할 수 있는 方法으로 Taylor, Casagrande, Sivaram & Swamee, Su, Cour 및 Scott가 提示한 6가지의 方法을 比較 研究하여 전산프로그램 COMCv(Computation of Cv)를 開發하였다.

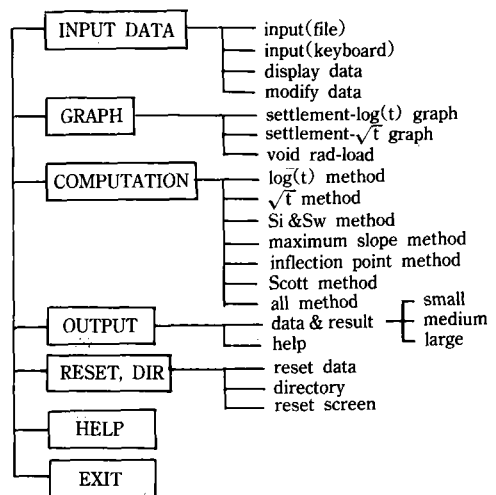


Fig. 3. Menu tree of COMCv

壓密係數 算定을 위해 開發한 프로그램 COMCv는 視覺的인 效果와 使用者의 편의를 위해 menu driven 方法을 사용해서 한 프로그램내에서 여러가지 方法을 比較할 수 있도록 Fig. 3과 같은 構成을 하였다.

COMCv는 main memory 512K이상, 0.5m, 1FDD, Hercules graphic card와 co-processor가 裝着된 IBM-PC 및 互換機種이면 實行이 가능하다. 開發에 사용된 프로그래밍언어는 C이며 Turbo-C Version 2.0을 사용하여 컴파일하였다. NKP를 이용하여 한글메뉴를 構成하고 Graphic mode에서 時間-壓縮量關係를 曲線으로 나타내기 위해서 3차 spline補間法을 사용하였다. 7개의 main menu와 19개의 sub-menu, 6개의 sub-sub-menu로 構成된 COMCv는 1개의 main() 函數와 30개의 函數로 되어 있다.

COMCv를 이용해 壓密係數를 구하기 위해서는 먼저 壓密試驗結果를 data file로 만들어야 하며 實行中 input data(KBRD)의 sub-menu를 選擇하여 對話式 方法으로 入力이 가능하다.

入力해야 할 資料는 標準壓密試驗에 의한 試料무게, 試料直徑, 試料무게(濕潤, 乾燥), 比重, 荷重別 沈下量과 經過時間別 沈下量등이다. 沈下量은 cm, 荷重은 kg, 시료무게는 g, 經過時間은 분(minutes)단위로 入力해야 하며 계산된 壓密係數는 cm²/min과 cm²/sec 단위로 얻을 수 있다. 각 方法에 의해 계산된 壓密係數는 Taylor의 方法에 의해 계산된 값을 基準으로 하여 百分率(%)로 比較表示되어 있다. 첫번째 main-menu를 選擇하여 data file이나 keyboard로 부터 實驗資料를 入力받고 두번째 main-menu에서 時間-壓縮曲線의 特性과 間隙比-荷重關係를 계산하며 세번째 main-menu에서 壓密係數를 네번째 main-menu에서 出力을 選擇할 수 있다.

앞으로 이 研究에 包含되지 않은 方法들에 대해서도 研究하여 프로그래밍하고, 間隙比-荷重關係로부터 先行壓密荷重(P_c), 壓縮指數

(C_c), 膨脹指數(C_s)등을 決定하는 部分을 補完할 수 있다.

프로그램의 檢證에 사용된 資料는 Taylor, Casagrande, Cour와 Scott가 自身의 方法을 發表하면서 檢證에 사용하였던 資料(data A)^{3,12}와 속초항 海성점토의 실험데이터(data B)를 이용하였다.

Table-1과 Table-2는 熟練된 技術者들이 圖解法에 의하여 구한 값과 COMCv에 의해 구한 값을 比較한 것이다. COMCv에 의하여 구해진 壓密係數의 相對誤差는 대체로 圖解法에 의한 壓密係數의 相對誤차이내에 드는 것을 볼 수 있다.

그러나 같은 시료라 할지라도 載荷荷重에 따라 壓密係數의 값은 큰 차이를 보인다.⁶⁾ 영산강 하구언의 시료와 속초항 海성점토의 경우 荷重段階에 의한 壓密係數의 變化는 Fig. 4, Fig. 5와 같으며 先行壓密荷重의 段階까지 減少하다가 正規壓密狀態에서 다시 增加한다. data A와

Table-1. C_v by Casagrande's log(t) method (unit : cm²/min)

	data A	data B
Engineer A	0.1204	0.0115(3.6%)
Engineer B	0.1283	0.0120
Engineer C	0.1449(10.4%)	0.0123
COMCv	0.1278(2.6%)	0.0115(3.6%)
Casagrande	0.1380	-

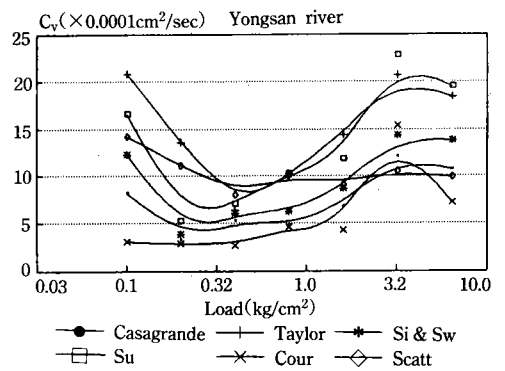


Fig. 4. Load vs. C_v (Yongsan River)

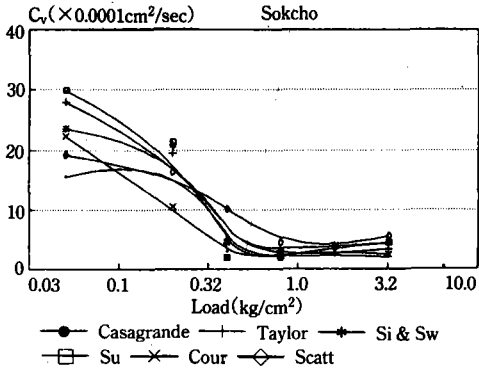


Fig. 5. Load vs. C_v (Sokcho)

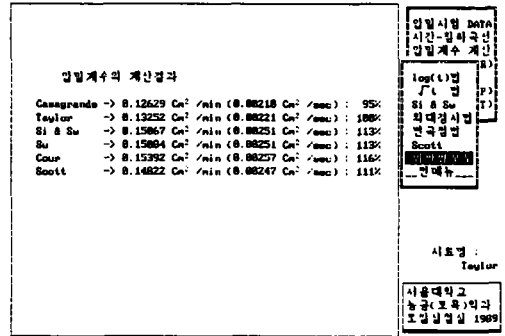


Fig. 6. C_v of data A

Table-2. C_v by Taylor's \sqrt{t} method (unit : cm^2/min)

	data A	data B
Engineer A	0.1209	0.0135(2.9%)
Engineer B	0.1452(15.9%)	0.0143
Engineer C	0.1096	0.0139
COMCv	0.1325(5.8%)	0.0134(3.6%)
Taylor	0.1560	
Cour	0.1680	
Scott	0.1384	

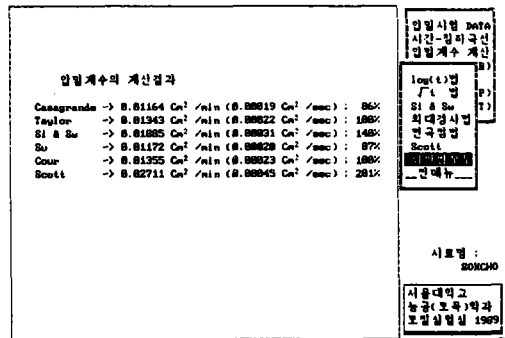


Fig. 7. C_v of data B

data B를 이용하여 COMCv를 實行시킨 결과 Fig. 6, Fig. 7과 같은 畫面出力을 얻었다.

IV. 프로그램의 適用

1. 現象의 事業背景

마산항 公有水面 埋立工事중 서항 2-1공구에 軟弱地盤을 處理하기 위하여 Paper drain工法을 사용하였으며, 이는 빠른 시일내에 地盤의 沈下를 完了시킨 후 그 위에 構造物을 設置하였을 때 沈下에 의한 危險을 줄이기 위함이다.

Paper drain工法을 施工하기 위하여 試錐調査 등으로 그 위치의 土質調査를 실시하였으며 KSF2316에 依據하여 壓密試驗도 行하였다. Table-3에 採擧된 試料의 物理的特性(서항 2-1공구의 平均치)을 나타냈으며 Table-4에 paper drain의 規格을 나타냈다. 이 지역의 흙은 #200

Table-3. Physical properties

Water content	93.3%
LL	86.1%
PI	52.0
G_s	2.71
Unit weight	1.486 t/m ³

Table-4. Paper drain

Thickness	0.3cm
Width	9.6cm
Interval	0.9m

通過量이 95%가 넘고 標準貫入 試驗에 의한 N值가 0~2로 매우 軟弱하며 統一分流에 의하면 CH로 分類된다. 壓密試驗에 의한 初期間隙比, 壓縮指數등에 의하여 兩面排水狀態에 粘土層에서 예상되는 全沈下量을 推定하여 6개월내에

全體 沈下量의 90%를 壓密沈下시키기 위해 필요한 paper drain의 設置間隙을 결정하였다.

이 지역의 大略的인 土層構成圖는 Fig. 8과 같으며 沈下量計算에 필요한 값을 정리하면 Table-5와 같다.

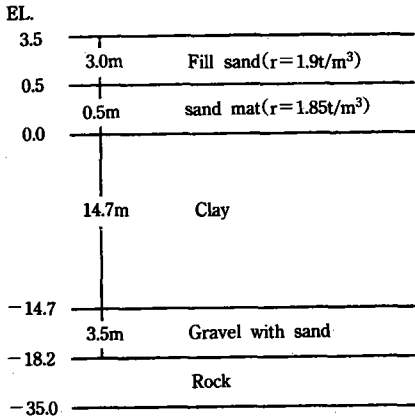


Fig. 8. Soil profile

Table-5. Factors on computing total settlement^{18,19)}

P	2.84t/m ²
ΔP	6.63t/m ²
P+ΔP	9.5t/m ²
C _c	0.718
2H	14.7m
e	2.518

2. COMCv에 의한 壓密係數의 算定

마산항 서항 2공구중 沈下板 設置位置에서 採取된 試料에 대한 壓密試驗結果를 이용하여 COMCv에 의하여 壓密係數를 구하여 그림으로 나타내면 Fig. 9와 같다. 이 지역의 壓密係數는 上載荷重이 0.3kg/cm²까지는 減少하다가 그 후로 약간씩 增加하는 추세를 보였으며, 따라서 先行壓密荷重은 약 0.3kg/cm²이 될 것이다. 實測區間의 上載荷重이 0.95kg/cm²이므로 따라서 현재 正規壓密狀態에 있다고 할 수 있다. 對

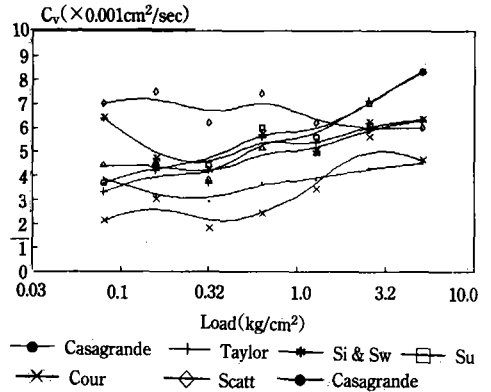


Fig. 9. Load vs. C_v (Masan Port)

象地域의 上載荷重이 Table-5에 나타낸 바와 같이 9.5t/m²이므로 Fig. 9에서 필요한 荷重段階의 壓密係數를 구할 수 있다.

3. 壓密沈下量의 計算

Table-5의 값을 이용하여 壓密土層의 全體 沈下量을 계산한 결과 157cm를 얻었으며 9.5 t/m²에 대한 壓密係數를 이용하여 壓密度別 沈下量에 대한 豫想所要期間을 구하였다.

그러나 이런 方法으로 얻은 값은 載荷가 瞬間的이었을 경우에 해당하므로 이를 盛土作業의 全 期間동안 荷重이 漸進的으로 가해 진 경우에 대하여 Terzaghi가 제시한 補正方法¹⁷⁾으로 다시 계산하여 經過時間別 沈下量으로 정리해 보면 Table-6, Fig. 10과 같은 값을 얻을 수 있다.

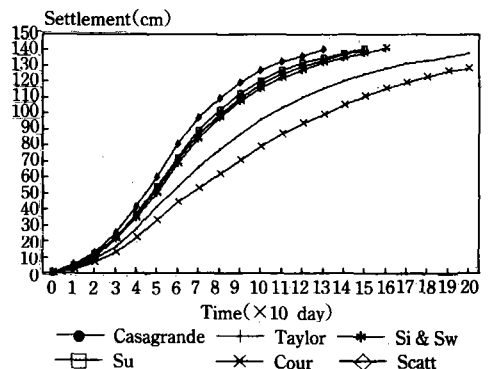


Fig. 10. Duration vs. computed settlement

Table-6. Corrected settlement

Duration (day)	Settlement(cm)					
	Casa-	Taylor	Si&Sw	Su	Cour	Scott
10	3.0	4.0	4.0	5.0	2.5	5.5
20	8.5	10.5	10.0	12.0	6.5	12.5
30	16.5	21.5	21.0	22.0	13.0	25.0
40	27.5	35.5	34.0	36.5	22.0	41.5
50	41.0	52.0	50.0	54.0	33.0	60.0
60	54.0	71.0	68.5	72.5	44.0	81.0
70	64.0	86.0	84.0	89.0	53.0	97.0
80	77.0	99.0	97.0	102.0	62.0	109.5
90	87.0	109.0	107.5	112.0	70.5	119.0
100	96.0	117.5	115.0	120.0	79.0	127.0
110	103.0	124.5	122.0	127.0	86.5	132.0
120	110.0	129.0	127.0	131.0	93.5	136.0
130	115.5	133.0	131.5	135.0	99.0	140.0
140	120.0	137.0	135.0	138.0	105.0	
150	124.5	139.5	138.0	141.0	110.5	
160	128.0		141.0		115.0	
170	131.0				119.0	
180	133.0				122.5	
190	135.5				126.0	
200	137.5				128.0	

Table-7. Observed settlement

Duration (day)	1st settlement plate		2nd settlement plate	
	st.(cm)	correct(cm)	st.(cm)	correct(cm)
38	0.0	20.4~38.0	0.0	20.4~38.0
57	48.1	68.5~86.1	50.3	70.7~88.3
70	54.5	74.9~92.5	58.1	78.5~96.1
77	61.9	82.3~99.9	65.1	85.5~103.1
84	66.8	87.2~104.8	70.0	90.4~108.0
95	73.8	94.2~111.8	78.3	98.7~116.3
105	79.9	100.3~117.9	82.8	103.2~120.8
113	82.1	102.5~120.1	87.5	107.9~125.5
119	91.0	111.4~129.0	91.6	112.0~129.6
133	98.3	118.7~136.3	99.2	119.6~137.2
144	103.1	123.5~141.1	104.3	124.7~142.3
153	104.9	125.3~142.9	106.9	127.3~144.9

장에서 施工上의 많은 誤差등으로 인하여 正確한 沈下量을 豫測하는 것은 상당히 어려운 일이나 實測된 값을 준거로 하여 계산값과 비교해 볼 때 이 지역에 있어서 90% 壓密에 所要되는 期間은 공사시작 후 약 160일 정도가 될 것이다.

V. 結 論

時間의 經過에 따른 沈下의 정도를 알 수 있는 가장 중요한 요소인 壓密係數에 대하여 여러가지의 算定方法을 比較해보고 實測資料와 比較하여 다음과 같은 結論 얻었다.

1. 6가지의 壓密係數를 算定方法에 대하여 比較하고 各 方法에 대하여 壓密係數計算을 위한 전산프로그램 COMCv를 開發하였다.
2. 마산항에서의 沈下實測値와 COMCv에 의해 구해진 壓密係數를 比較하여 COMCv의 適用性を 確認하였으며, 이 지역의 경우 Sivaram & Swamee, Taylor 그리고 Su의 方法에 의한 壓密係數가 실제의 값에 近似한 것으로 나타났다.

參 考 文 獻

1. Casagrande, A.(1936), "Determination of

계산에 사용된 時間係數는 paper drain 設計方法에 따라 n=20일때의 壓密度別 時間係數를 사용하였다.¹⁷⁾

4. 實測沈下量과의 比較

現場에는 2개소에 沈下板을 설치하여 약 3개월간에 걸쳐 沈下量을 實測하였다. 實測된 沈下量의 값은 Table-7에 정리하였다. 그러나 공사시작과 더불어 沈下板을 설치해야 하지만 1개월이상 經過된 후에야 沈下板을 설치하였기 때문에 그 때까지의 沈下量은 알 수 없으므로 計算値에서 補正하였다.

Table-6의 經過時間別 豫想沈下量과 Table-7의 實測沈下量과를 比較하였으며 이 지역의 경우는 Sivaram & Swamee, Taylor, Su의 方法이 實際의 값에 가장 近似함을 알 수 있었다. 制限된 實測資料와 計算편리를 위한 單純化, 현

- the Preconsolidation Load and its Practical Significance" Proc. 1st. int. con. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Cambridge, Mass., Vol. 3, pp. 60-64.
2. Casagrande, A. & R. E. Fadum(1940), "Notes on Soil Testing for Engineering Purposes" Harvard Univ. Graduate School Eng. Publication, No. 8.
 3. Cour, F. R. (1971), "Inflection Point Method for Computing the Coefficient of Consolidation" ASCE Vol. 97, No. SM5.
 4. Crawford, C. B. (1964), "Interpretation of the Consolidation Test" JSMFD, ASCE. Vol. 90, No. SM5, pp. 87-102.
 5. Lambe, W. (1951) "Soil Testing for Engineers" John Wiley and Sons, New York.
 6. Lambe, T. W. & R. V. Whitman(1979), "Soil Mechanics -SI version-". John Wiley & Sons, pp. 406-422.
 7. Leonards, G. A. (1961), "A Study of the One-dimesional Consolidation Test" 5th ICSMFE(International Conference) Vol. 1, pp. 213-218.
 8. Naylor, A. H. & I. G. Doran(1948), "Precise Determination of Primary Consolidation" Proc. 2nd. ICSMFE. Rotterdam, Vol. 1.
 9. Parkin, A. K. (1978). "Coefficient of Consolidation by the velocity method" Geotechnique, Vol. 28, pp. 472-474.
 10. Samarasinge, A. M. (1982). "Permeability and Consolidation of Normally Consolidated Soils" ASCE, Jun. pp. 835-850.
 11. Scott, R. F. (1963), "Principles of Soil Mechanics" Addison Wesley Publishing Co.
 12. Scott, R. F. (1961), "New Method of Consolidation-Coefficient Evaluation" JSMFD ASCE, Vol.87, SMI. pp. 29-39.
 13. Scott, R. F. (1962), "Closure to New Method of Consolidation Coefficient Evaluation" Soils Found. Tokyo, Jpn. Vol. 17, No. 2, pp. 48-52.
 14. Sivaram & Swamee(1977), "A Computational Method for Consolidation Coefficient" JSMFD, ASCE, Vol. 88, SMI. pp. 37-45.
 15. Taylor, D. W. (1948), "Fundamentals of Soil Mechanics" John Wiley, pp. 208-247.
 16. Terzaghi, K. (1954), "Theoretical Soil Mechanics" John Wiley & Sons, 1954.
 17. 농업진흥공사(1983), "토질 및 기초처리예", 기술자료 제22집.
 18. 동원토질(1988), "마산항 공유수면 매립공사 연약지반처리기술검토보고서".
 19. 동원토질(1988), "마산항 공유수면 매립공사 연약지반처리보고서".