

泥炭의 長期壓密特性에 관한 研究

Studies on the Long-term Consolidation Characteristics of Peats

金 在 英* · 朱 宰 佑**
Kim, Jae Young · Ju, Jae Woo

Summary

This study aims at scrutinizing the long-term consolidation characteristics of peats sampled at three different regions of Chonbuk province. The standard consolidation test and the single load consolidation test were performed about these samples and especially in case of the latter the loading period was 350 days.

The main conclusions analyzed are as follows.

1. Void ratio showed much greater values than that of the general clay and was decreased greatly according to the increase of the load.
2. In case of the relationship between the settlement and the long-term settlement time the rate of settlement increment became great according to the increase of the load step and the long-term settlement became linearly proportional to the logarithm of time after 10 minutes.
3. The linear correlation was showed between the long-term settlement time and the void ratio and therefore equations by regression analysis were derived in order to estimate the long-term settlement. The slope of straight lines increased according to the increase of the load step and secondary consolidation coefficients ranged from 0.04-0.27.
4. The secondary consolidation coefficient became linearly proportional to the compression index and the ratio of C_{α} to C_c was 0.072.
5. The period required in ending the primary consolidation was about 10 minutes and after that the secondary consolidation coefficient appeared to have constant value. Therefore the secondary consolidation coefficient was judged to be used as a significant factor in estimating the long-term settlement.
6. In case of the single load consolidation test the secondary consolidation coefficient showed the tendency increasing according to the increase of the consolidation pressure.

* 全北大學校 農科大學

** 順天大學 工學部

I. 序 論

有機質土 地盤은 變形解析이 어려운 軟弱地盤으로 알려져 있으며 우리나라를 비롯하여 캐나다, 日本 等 全世界에 약 2億 3千萬ha의 面積에 分布되어 있다.^{3, 19)} 有機質土란 濕地, 늪 等에 水生植物, 소대류 等과 같은 植物體가 腐植化되어 쌓인 것으로 工學的 分類名稱으로서 Pt, OH, OL 等이 있다.

有機質土는 一般粘土에 비해 比重이 작고, 空隙比, 含水比 및 壓縮性이 매우 크기 때문에 이러한 有機質土가 壓密될때에는 空隙比나 透水係數의 減少率이 큰 특징을 가지고 있다.^{26, 27, 28)}

특히 高有機質土인 泥炭土는 주로 未分解된 多量の 纖維性 有機質을 含有하고 있어³⁰⁾ 保水力 및 膨脹性이 특히 크며 脫水時에는 收縮性이 큰 특성이 있다. 이와같은 力學的인 결합에도 불구하고 工學的인 필요성에 의해 有機質土에 대한 관심은 점차 높아져 가고 있다. 有機質土中 有機質 含量이 30% 以上인 흙을 보통 泥炭土(peat)라 하며,²⁹⁾ 泥炭土의 含水比 범위는 150%에서 1500% 이른다.¹²⁾ 泥炭土는 물을 吸水하여 보유할수 있는 능력이 크기 때문에 高含水比를 나타내는데 含水比는 分解의 정도가 작을수록 크게 나타난다.

1926年 Von Post²¹⁾는 완전히 分解되지 않은 泥炭土를 H-1, 완전히 分解된 泥炭土를 H-10으로 하여 分類하였는데 分類方法은 손의 感觸과 肉眼에 의한 것이었다. 그후 Von Post의 研究結果를 흙의 工學的 舉動과 결부시키기 위한 研究가 Skempton¹⁸⁾, Karesniemi¹⁰⁾, Lefebver¹¹⁾ 등에 의해 수행되었는데 그 結果는 分解程度(Von Post scale)의 증가에 따라서 比重과 乾燥密度는 증가하고 空隙比와 壓縮指數는 減少한다고 발표하였다.

1965年 MacFarlane과 Radforth^{12, 13)}는 泥炭土의 두가지 극단적인 영역을 도입하여 無定形粒狀泥炭土(Amorphous granular peat)와 纖維質泥炭土(fibrous peat)로 分類하였다.

Wilson²³⁾은 두 극단적인 형태의 壓縮特性에 관한 研究에서 時間對數에 따른 初期壓密速度는 纖維質泥炭土가 無定形粒狀泥炭土보다 크게 나

타났다고 하였다.

Adama¹⁾에 의해 大微小氣孔網(micro and macropore networks)이라는 새로운 概念이 도입되었으며 그 概念에 따르면 纖維質泥炭土는 巨視的 空隙體系로 이루어지며 그 내에 壓縮性粒子, 포켓(pockets) 또는 微視的 空隙을 지니고 있다는 것이다. 一次壓縮은 巨視的 空隙에서 自由水의 消散現象이며 二次壓密은 微視的 空隙에서 巨視的 空隙으로의 물의 排出結果라고 하였다.

Wardwell²²⁾은 纖維質分解가 有機質土의 二次壓密에 끼치는 영향에서 纖維質分解에 따른 纖維質體積의 減少로 인해 二次壓縮量을 증가시킨다고 提案하였다.

Dhowian⁷⁾은 泥炭土의 變形과 e-log t曲線이 非有機質土와 다르다고 발표하였다.

有機質土의 壓密에서 실제문제가 되는것은 過剩空隙水壓이 零이 되어도 壓密이 끝나지 않고 顯著하게 繼續되는 소위 有效應力下에서 발생되는 二次壓密現象이라 할수 있다.

Taylor²⁰⁾은 土粒子의 骨格을 力學的 모델로 사용하여 二次壓密을 이론적으로 설명하였다.

Mesri²⁰⁾는 粘土 및 有機質土의 二次壓密係數는 初期含水比에 比例하여 증가한다는 直線式을 提案하였다.

山内^{35, 36, 37)}는 有機質土의 壓縮性에 관한 일연의 研究를 통해서 有機質土의 特異性과 함께 二次壓密의 卓越性을 인정하였다.

荻野³⁸⁾는 泥炭의 長期壓密時間과 壓密沈下量과의 관계에서 過剩空隙水壓의 消散以後에 沈下는 時間의 對數에 比例한다고 발표하였다. 柳⁴⁴⁾는 嶺東地域의 低有機質土(Lig. 11. 1~21.0%)를 사용하여 物理的 및 工學的性質을 調査分析하였다.

有機質土의 壓密特性에 관한 研究는 國內的으로는 未洽한 실정으로써 土木分野에서 有機質土地盤에 灌溉 및 排水路工事を 하는 경우 掘鑿方法 技術等的 많은 研究開發이 요청되고 있으며 또한 有機質土를 土木工事的 基礎地盤으로 이용할 경우 有機質土의 長期壓密量 推定 및 地盤改良等 많은 문제점 해결을 위한 研究가 요청되고 있다.

1980年 忠南 合德地區 現場에서는 有機質土 地盤의 改良때문에 어려움을 겪은 바 있고, 1983年 全北 黃登地區 排水改善을 위한 水路工事中 有機質土 地盤을 굴착하는 과정에서 斜面崩壞로 어려움을 겪은 바도 있다.

本 研究에서는 100萬톤이상의 有機質土가 매장되어 있는 全北道內 3個 地域에서 有機物含量이 높은 泥炭土를 사용하여 物理的 및 化學的 特性試驗 및 標準壓密試驗과 350日에 걸친 長期 單一荷重 壓密試驗을 各各 實施하였다. 壓密試驗을 하여 얻은 資料를 통하여 壓密荷重과 空隙比, 長期壓密時間과 壓密沈下量, 長期壓密時間과 二次壓密係數, 壓縮指數와 二次壓密係數等의 相關關係를 分析하여 泥炭地盤의 改良을 위한 研究의 基礎資料로서 제공코져 하였다.

· 材料 및 試驗方法

1. 材料

本 試驗에 사용된 試料는 全北道內에 分布되어 있는 泥炭土中에서 그 代表的인 裡里市 玄永洞(IR soil), 益山郡 黃登(IS soil), 金堤郡 龍己(KJ soil)等 3個地域을 선정하여 各地域마다 5個

Table-1. Physical and chemical properties of peats.

Types	Contents		
	IR	IS	KJ
Organic content(%)	50	55	59
Water content(%)	362	434	497
Specific gravity	1.72	1.67	1.58
Liquid Limit(%)	420	476	532
Plasticity index(%)	168	184	216
Ignition loss(%)	52	57	61
Initial void ratio	6.22	7.25	7.85
Decomposition(%)	62	58	55
Degree of saturation(%)	100	100	100
Preconsolidation pressure(kgf/cm ²)	0.35	0.37	0.39
Cation exchange capacity (meq/100g)	78.0	86.25	88.5
pH	5.1	5.5	5.7

所의 地下80~100m地點에서 採取한 泥炭土로서 그 物理的 및 化學的性質은 Table-1과 같으며 試驗分析은 USDA分析法에 준하여 實施하였다. 이들 泥炭土는 一般粘性土에 비해서 液性限界, 塑性指數, 初期空隙比, 強熱減量等이 월등하게 크며 陽이온置換容量(C. E. C.)도 캐올린(kaolin)系 粘性土(C. E. C.=3~15)에 비해 큰 값을 나타내는, 泥炭土 高유의 特性을 지니고 있다.

2. 試驗方法

本 試驗에 사용된 試料는 現場에서 採取한 不攪亂試料이며 壓密試驗은 標準壓密試驗과 單一荷重壓密試驗으로 구분하여 實施하였다. 不攪亂試料는 直徑 200mm, 높이 300mm크기의 P. V. C 파이프를 사용하여 現場에서 採取한 다음 파라핀을 사용하여 수분증발을 차단시켰다. 標準壓密試驗은 KSF 2316에 의거 直徑 60mm 높이 20mm크기로 供試體를 製作하였고 載荷方法은 0.05kgf/cm², 0.2kgf/cm², 0.1kgf/cm², 0.4kgf/cm², 0.8kgf/cm², 1.6kgf/cm², 3.2kgf/cm²로 各段階別로 24時間씩 載荷한 후 逆으로 4時間마다 除荷하였다. 單一荷重壓密試驗은 供試體를 標準壓密試驗의 경우와 同一하게 裝作하였으며 單一荷重 0.1kgf/cm², 0.2kgf/cm², 0.4kgf/cm², 0.4kgf/cm², 0.8kgf/cm², 1.6kgf/cm²를 IR, IS, KJ試料에 대하여 各各 350日씩 가하였다. 各 供試體에 대하여 3反復試驗한 結果의 側面摩擦을 減少시키기 위하여 실리컨 그리이스(silicon grease)를 사용하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 空隙比와 壓密荷重

Fig. 1은 標準壓密試驗에 의한 壓密荷重과 空隙比와의 關係를 나타낸 것으로서 初期空隙比가 一般粘性土³⁰⁾에 비해 顯著하게 큰 경향을 나타냈다. 그리고 有機物含量이 많은 試料일수록 初期空隙比는 더 큰 값을 나타냈으며 壓密荷重이 증가함에 따라서 顯著한 空隙比減少경향을 나타내 空隙比의 減少기울기가 큰 경향을 보였다. 이러한 현상은 有機質土 高유의 特性인 保水力, 膨脹性 및 壓縮性이 큰데 기인되는 것으로 생각된다.

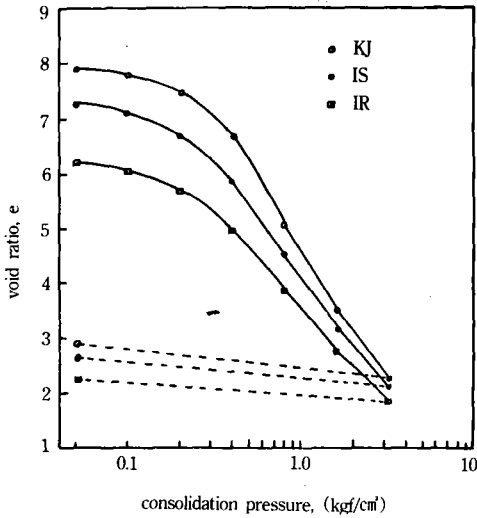


Fig. 1. Void ratio v. s. consolidation pressure in e-log P- plane for various peats.

Arman⁴⁾은 有機物含量이 20%이상의 경우 壓密學動은 有機質部分의 學動에 의해 크게 지배를 받는다고 하였으며 鈴木²⁶⁾은 比重이 各各 1.86과 2.38인 有機質土의 空隙比와 壓密荷重과의 관계에서 有機物含量에 따라 空隙比의 減少에 차이를 보였다고 하였다. 柳⁴⁴⁾는 低有機物土(Lig. 11. 1~21.0%)를 사용한 物理的 特性에 관한 연구에서 初期空隙比가 비교적 높게 나타났다고 발표하였다.

2. 壓密量과 長期壓密時間

Fig. 2는 3個地域의 泥炭土에 대하여 各各 單一荷重 0.1kgf/cm², 0.2kgf/cm², 0.4kgf/cm², 0.8kgf/cm², 1.6kgf/cm²를 350日 長期間 載荷시킨경우 壓密量과 長期壓密時間과의 관계를 나타낸 것이다. 0.1 kgf/cm², 0.2kgf/cm²荷重에서는 壓密이 완만하게 진행되는 경향을 보였는데 이러한 현상은 先行荷重의 작용때문인것으로 생각된다. 0.4kgf/cm², 0.8 kgf/cm², 1.6kgf/cm²荷重에서는 壓密初期에 顯著的한 壓密이 이루어졌으며 約 10分頃부터는 時間의 對數(log t)에 따라 直線的으로 증가하는 경향을 나타냈다. 또한 段階荷重이 증가 할수록 증가율은 크게 나타났다.

泥炭土의 長期壓密이 일정한 比率로 계속 진

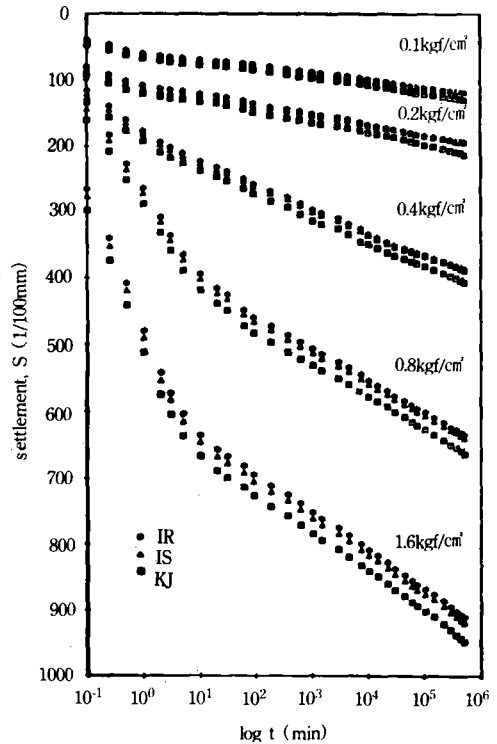


Fig. 2. Relationship between settlement and long-term settlement time for various peats at various consolidation pressures.

행되는 것은 含水比가 크며 纖維性 有機質 자체의 壓縮性이 크기 때문인 것으로 생각된다.

Barden⁵⁾은 Irish泥炭土의 長期壓密은 空隙水 壓 消散후에도 線形으로 계속된다고 하였고 Adams²⁾는 有機物 含量이 20% 이상의 高有機質土는 沈下-時間對數曲線에서 直線的으로 증가하는 경향을 보였다고 발표하였으며 Hanrahan⁹⁾은 單一荷重下에서 高有機質土는 破壞面의 형성 없이 壓密은 長期的으로 계속되며 強度는 含水比의 영향이 크다고 하였다. 이와같이 高有機質土는 일정한 壓密荷重下에서 長期的으로 壓密이 계속되고 또한 纖維性有機質은 非壓縮性의 가정에 일치하지 않는 壓縮性이므로 沈下豫測에 Terzaghi의 一次元 壓密理論으로는 解析하기가 적합치 않다고 생각된다.

3. 二次壓密係數의 決定

二次壓密에 대한 理論은 많은 學者들이 reology로 설명하고 있으나 아직도 정립된 理論은 없으며 특히 有機質土의 경우 二次壓密量을 推定하기 위해서 Raymond¹⁶⁾, Mesri¹⁵⁾는 二次壓密係數($C_a = \Delta e / \Delta \log t$)와 二次壓密比($\alpha / (1 + e_p)$)를 사용하였다. 여기서 e_p 는 時間-空隙比曲線에서 一次壓密終了時의 空隙比이다. 二次壓密의 주된 원인은 側方向 拘束狀態에서 載荷할때 剪斷力 때문에 일어나는 軸方向의 점진적인 變形現象이며 側面摩擦力이나 혹은 空隙水壓의 발생으로 인한 有效應力增加의 時間遲延現象이라 할 수 있다. 二次壓密은 空隙比의 減少로 발생된 粘土粒子의 構造的 攪亂으로 인하여 좀더 安定된 배열을 이루려는 粘土粒子의 再調整 때문에 일어

나는 것이며⁶⁾ 塑性狀態에서의 크리프(creep)現象과 같다.⁴²⁾ 또 둥근 粒子나 鱗片狀의 粒子가 外力을 받으면 보다 치밀한 狀態로 되어 상대적으로 활동하기 때문에 발생하며¹⁷⁾ 土粒子 骨格의 塑性變形이나 土粒子의 滑動이 空隙의 體積減少로 인한 空隙水의 排水作用 보다 느릴때 二次壓密現象은 크게 나타난다.⁸⁾ 有機質土의 一次壓密은 비교적 短時間內에 끝나며 二次壓密은 長期間에 걸쳐 진행되고 그 量도 크게 나타난다.²⁴⁾ Arman⁴⁾은 有機質土에서 有機纖維質의 壓密은 二次壓密과 어느정도 類似하다고 하였으며 涉江³⁴⁾은 有機質土의 二次壓縮係數는 正規壓密에서 載荷荷重, 載荷方法 등의 영향보다도 試料自體가 갖고있는 特性이 더 큰 영향을 끼친다고 하였다.

Fig. 3~Fig. 5는 3個 試料에 대하여 各荷重別

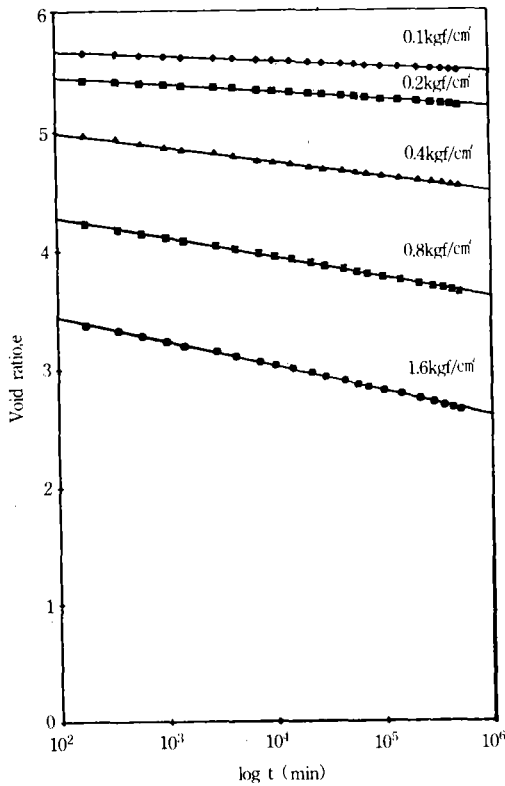


Fig. 3. Relationship between void ratio and long-term settlement time for specimen IR.

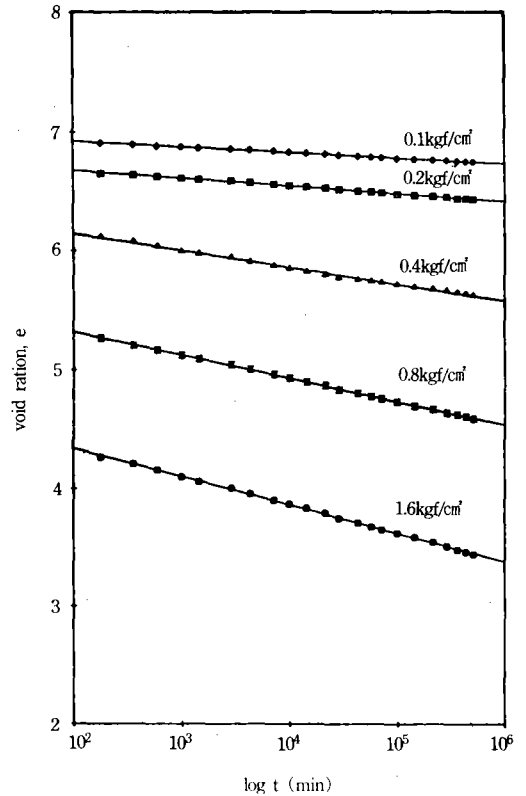


Fig. 4. Relationship between void ratio and long-term settlement time for specimen IS.

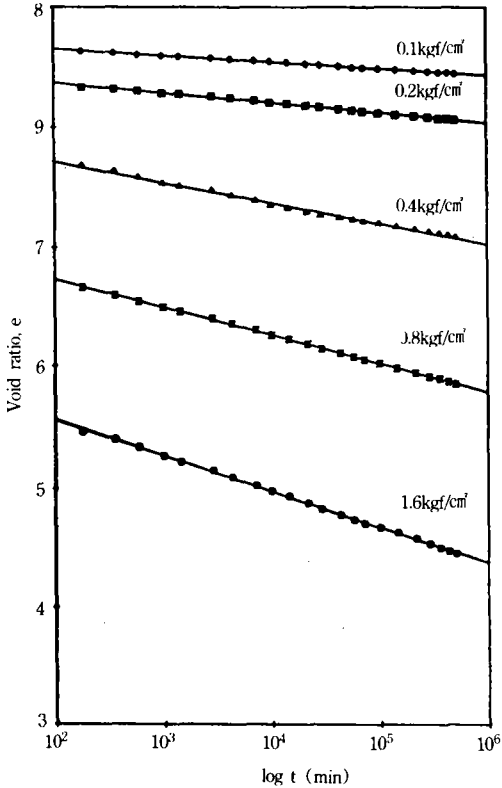


Fig. 5. Relationship between void ratio and long-term settlement time for specimen KJ.

空隙比와 長期壓密時間과의 관계를 나타낸 것으로서 壓密時間 100분 이후 부터 圖示하였다. Fig에서 泥炭土의 各荷重別 空隙比와 長期壓密時間 사이에는 負의 直線關係를 나타내고 있다. 各荷重別 直線方程式을 표시하면 다음과 같다.

IR peat (0.1kgf/cm²) e = 0.042 log t + 5.75... (1)

(0.2kgf/cm²) e = 0.060 log t + 5.57... (2)

(0.4kgf/cm²) e = 0.122 log t + 5.24... (3)

(0.8kgf/cm²) e = 0.178 log t + 4.61... (4)

(1.6kgf/cm²) e = 0.210 log t + 3.85... (5)

IS Peat (0.1kgf/cm²) e = 0.052 log t + 7.01... (6)

(0.2kgf/cm²) e = 0.065 log t + 6.81... (7)

(0.4kgf/cm²) e = 0.140 log t + 6.43... (8)

(0.8kgf/cm²) e = 0.198 log t + 5.71... (9)

(1.6kgf/cm²) e = 0.239 log t + 4.83... (10)

KJ peat (0.1kgf/cm²) e = 0.062 log t + 8.75... (11)

(0.2kgf/cm²) e = 0.095 log t + 8.52... (12)

(0.4kgf/cm²) e = 0.172 log t + 8.06... (13)

(0.8kgf/cm²) e = 0.236 log t + 7.20... (14)

(1.6kgf/cm²) e = 0.273 log t + 6.14... (15)

여기에서 方程式의 기울기가 二次壓密係數를 나타내며 이를 다시 Table-2에 나타냈다.

有機質土의 二次壓密係數는 일반적으로 粘性土³⁰⁾보다 큰 값을 나타내고 있다.

Table-2. Secondary consolidation coefficients.

Consolidation pressures	IR	IS	KJ
0.1 kgf /cm ²	0.042	0.052	0.062
0.2 kgf /cm ²	0.060	0.065	0.095
0.4 kgf /cm ²	0.122	0.140	0.172
0.8 kgf /cm ²	0.178	0.198	0.236
1.6 kgf /cm ²	0.210	0.239	0.273

二次壓密係數는 長期壓密量 推定에 중요한 因子로 이용될 수 있다고 판단된다. 일반粘土의 경우 一次壓密이 1時間~6時間이내에 終了되므로 보통 二次壓密係數는 1時間~6時間 이후의 空隙比-壓密時間曲線에서 구한다. 上⁴⁰⁾은 沖積粘土의 長期壓密試驗 結果에서 一次壓密은 100分~180分에서 終了되었고 그 이후에 二次壓密이 進行되었다고 하였다. 泥炭土의 경우는 비교적 짧은 10分이내에 一次壓密이 끝나게 되므로 二次壓密係數를 구하는 경우 10分~100分 이후의 曲線에서 구할 수 있다. 安川³⁰⁾은 粘土에 單一荷重을 작용시킨 경우 壓密時間 1,000分 이후의 曲線에서 二次壓密係數를 구하였다. Fig 6~Fig 8은 泥炭土 各試料에 대한 各荷重別 壓密時間과 壓密時間變化에 대한 空隙比 變化의 比와의 관계를 도시한 것이다. 壓密時間이 증가함에 따라서 壓密時間 變化에 대한 空隙比 變化의 比는 減少하는 경향을 보이다가 約 10分頃부터는 일정한 경향을 나타내었다.

또한 이러한 경향은 壓密荷重이 減少할수록 작은 값을 나타내었다. 이러한 경향을 통해서 一次壓密에서 二次壓密로 變하는 區間을 찾아 낼 수가 있다. 空隙比-壓密時間曲線에서도 변하는

區間을 推定할 수 있지만 Fig. 6~Fig. 8을 이용해서 더욱 명확한 값을 얻을 수 있다고 생각된다.

4. 二次壓密係數의 壓密荷重

Fig. 9는 二次壓密係數와 壓密荷重과의 관계를 나타낸 것이다. 壓密荷重이 증가함에 따라 二次

壓密係數는 0.8kgf/cm²의 荷重(先行荷重의 2~3倍)까지는 顯著한 증가를 나타냈으며 그 이후에는 緩慢한 증가경향을 보여 주고 있다. 일반적으로 粘性土의 경우 二次壓密係數는 土粒子의 構造가 不安定 狀態에서 安定狀態로 變化하는 先行荷重 근처에서 最大 값을 나타냈다.^{41, 43)}

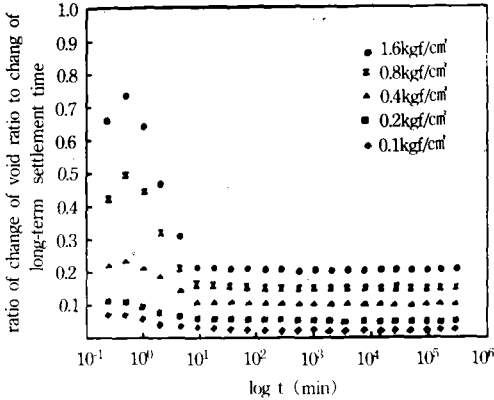


Fig. 6. Relationship between ratio of change of void ratio to change of long-term settlement time and long-term settlement time for specimen IR.

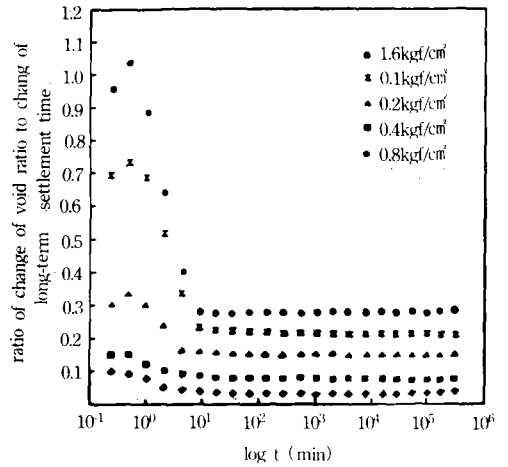


Fig. 8. Relationship between ratio of change of void ratio to change of long-term settlement time and long-term settlement time for specimen KJ.

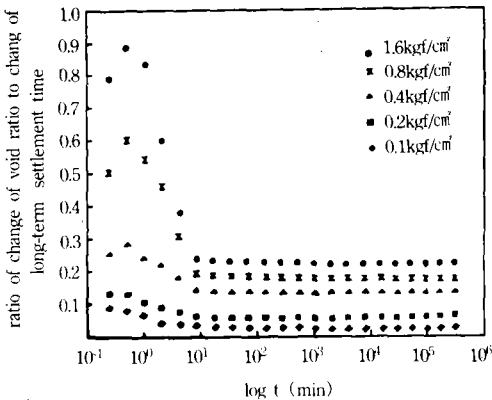


Fig. 7. Relationship between ratio of change of void ratio to change of long-term settlement time and long-term settlement time for specimen IS.

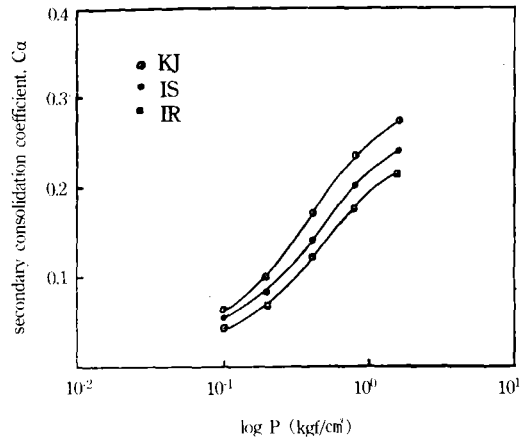


Fig. 9. Relationship between secondary consolidation coefficient and consolidation pressure for various peats.

荻野³⁰⁾는 泥炭의 長期壓密 特性에서 先行荷重의 2~4倍 부근에서 最大值를 보이며 그 이후 荷重에서는 同一値를 나타냈다고 하였다. 이러한 現象은 過壓密의 效果와 纖維性 有機質 自體의 壓縮에 기인되는 것으로 생각된다.

5. 二次壓密係數와 壓縮指數

Fig. 10은 二次壓密係數와 壓縮指數의 關係를 나타낸 것이다. Fig에서 二次壓密係數와 壓縮指數 사이에는 線型關係가 나타남을 알 수 있다. Fig에서 C_a/C_c 의 값은 0.072로 나타났다. 이러한 傾向은 e-log P曲線과의 關係에서 기인된 것으로 생각되며 有機質含量이 많은 試料일수록 큰 값을 보여주고 있는 것은 初期含水比와의 關係에 기인한 것으로 판단된다.

Mesri¹⁵⁾는 粘土와 有機質土에 대한 C_a 와 C_c 와의 關係는 대부분 直線의 傾向이 있음을 보고 하였으며 C_a/C_c 의 값은 0.025~0.10의 값을 나타냈고 高有機質土일수록 C_a/C_c 의 값은 크다고 발표 하였다. 安川³¹⁾은 粘土(LL: 45.7-107.7)에 대한

壓密試驗에서 初期含水比가 같을 경우 試料가 攪亂되더라도 C_a/C_c 의 값은 거의 변하지 않으며 初期含水比가 減少함에 따라 C_a/C_c 의 값은 減少한다고 하였다.

神谷³²⁾은 粘土와 泥炭을 혼합한 有機質土의 壓密試驗에서 壓縮指數와 二次壓密係數와의 關係에서 直線의인 分布를 한다고 발표하였다. Mesri¹⁵⁾는 C_a/C_c 를 이용하여 粘土 및 有機質土의 一次壓密에서 二次壓密로 변하는 境界를 推定할 수 있다고 발표하였다. 여러 研究者에 의하여 壓密試驗을 하여 얻은 C_a/C_c 의 값은 Table-3¹⁵⁾과 같다. Table에서 대부분의 흙에 대한 C_a/C_c 값의 범위는 0.025~0.1이다. 본 研究에서 얻은 C_a/C_c 의 값은 이 범위에 속하는 것을 알 수 있다.

Table-3. Values of C_a/C_c for natural soil deposits.

Soil (1)	C_a/C_c (2)	Reference (3)
Whangamarino clay	0.03-0.04	Newland and Allely
Norfolk organic silt	0.05	Barber
Calcareous organic silt	0.035-0.06	Wahls
Amorphous and fibrous peat	0.035-0.083	Lea and Brawner
Canadian muskeg	0.09-0.10	Adams
Leda clay	0.03-0.055	Walker and Raymond
Leda clay	0.04-0.06	Walker and Raymond
Peat	0.075-0.085	Weber
Post-glacial organic clay	0.05-0.07	Chang
Soft blue clay	0.026	Crawford and Sutherland
Organic clays and silts	0.04-0.06	Ladd
Sensitive clay, Portland	0.025-0.055	Ladd
Peat	0.05-0.08	Samson and La Rochelle
San Francisco Bay mud	0.04-0.06	Suand Prysock
New Liskeard Varved clay	0.03-0.06	Quigley and Ogunbadejo
Silty clay C	0.032	Samson and Garneau
Nearshore clays and silts	0.055-0.75	Brown and Rashid
Fibrous peat	0.06-0.085	Berry and Vickers
Mexio City clay	0.03-0.035	Mesri, et al
Hudson River silt	0.03-0.06	Mesri, Personal files
Leda clay	0.025-0.04	Present paper
New Haven organic clay silt	0.04-0.075	Present paper

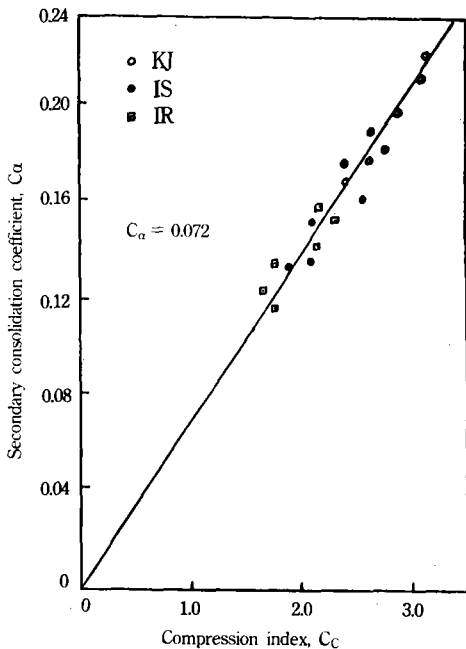


Fig. 10. Relationship between secondary consolidation coefficient and compression index for various peats.

IV. 結 論

全北道內 3個地域에서 採取한 泥炭土의 長期 壓密特性을 調査 分析하기 위하여 標準壓密試驗과 單一荷重을 載荷하여 350日 長期間 壓密試驗을 하여 얻은 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 空隙比는 一般粘土性에 비해 顯著하게 큰 값을 나타냈으며 荷重이 增加함에 따라서 空隙比는 큰 폭으로 減少하는 경향을 나타냈다.

2. 壓密量과 長期壓密時間과의 관계에서 段階 荷重이 增加할수록 壓密增加率이 컸으며 載荷後 10分頃 부터는 時間對數에 따라 直線的으로 增加하는 경향을 나타냈다.

3. 100分 以後의 長期壓密時間과 空隙比와의 사이에는 直線的인 相關關係가 나타났으며 長期 壓密量을 推定할 수 있는 回歸方程式이 유도 되었다. 또한 荷重段階가 增加할수록 直線的의 기울기는 큰 값을 나타냈으며 各荷重別 二次壓密係數는 0.04~0.27이었다.

4. 二次壓密係數(C_u)와 壓縮指數(C_c)는 直線的인 關係를 나타내고 있으며 C_u/C_c 의 값은 0.072 이었다.

5. 單一荷重의 경우 一次壓密에서 二次壓密로 移動하는 區間은 10分頃으로 나타났으며 그 이후 부터는 二次壓密係數는 一定한 경향을 보였다. 따라서 二次壓密係數를 長期壓密沈下量 推定에 이용할 수 있다고 판단된다.

6. 壓密荷重 1.6kgf/cm²까지는 壓密荷重이 增加함에 따라서 二次壓密係數는 增加하는 경향을 나타냈다.

본 연구는 1988년도 문교부 학술연구 조성비에 의해서 수행되었음

參 考 文 獻

1. Adams, J. I. 1965. The engineering behavior of a Canadian muskeg. Proc. of the 6th Int. Conf. on Soil Mechanics & Foundation, Vol. 1 : 3-7
 2. _____. 1963. The consolidation of peat. Ca-

nada, Ontario, Hydro-research, Quarterly, No. 4 : 2-4.
 3. Allison, F. E. 1973. Soil organic matter and its role. Crop Production, Elsevier Scientific Publishing Co. 585-617.
 4. Arman, A. 1969. A definition of organic soils. Engineering Research Bull. No. 101 : 1-89.
 5. Barden, L. 1969. Time dependent deformation of normally consolidated clays and peats. ASCE, 95(SM1) : 1-31.
 6. Craig, R. E. 1977. Soil mechanics. Van Nostrand Reinhold Co. : 177-223.
 7. Dhowian, D. C, and W. Pranger. 1952. Soil mechanics and plastic analysis or limit design. Quarterly of Applied Mathematics, 10(2) : 157-165.
 8. Dimtcho Evstatiev. 1973. Engineering properties of compacted flyash. ASCE, Soil & Foundation, 99(2) : 221-224.
 9. Hanrahan, T. E. 1954. An investigation of physical properties of peats. Geotechnique, IV(3) : 108-123.
 10. Karesniemi and Kalevi. 1972. Dependence of humification degree on certain properties of peat. Proc. of the 4th Int. peat Congress, Vol 2 : 273-282.
 11. Lefebvre, G., P. Rosenbery, and L. Lefebvre. 1973. Muskeg classification and road construction. Proc. of the 15th Muskeg Research Conference, Canada, No. 110 : 45-63
 12. Macfarlane, I. C. 1959. A review of the engineering characteristics of peat, Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division SMI, ASCE : 21-35.
 13. _____ and N. W. Radforth. 1965. A study of physical behavior of derivatives under compression. Proc. of the 10th Muskeg Research Conference, Canada, No.,85 : 159-164.
 14. Mesri, M. 1973. A coefficient of secondary compression. Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, SM1, ASCE : 123-137.

15. Mesir, G. and P. M. Godlewski. 1977. Time and stress compressibility inter relationship. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*, 103, GT5 : 417-429.
16. Raymond, G. P. and H. E. Wahls. 1976. Estimating one dimensional consolidation including secondary compression of clay loaded from over consolidated to normally consolidated state. *Transportation Research Board. Special Report*, 163, National Academy of Sciences.
17. Schmertman, J. H. 1955. Estimating of true consolidation behavior of a clay from laboratory test result. *ASCE*. 79 : 311.
18. Skempton, A. W. and D. J. Potley. 1970. Ignition lost and the properties of peats and clays from Avonmouth. *King's Lynn and Granberry Moss. Geotechnique*, 20(4) : 343-356.
19. Sun-Fu Shin. 1980. Some physical characteristics of organic soil related to engineering design. 6th South East Asian Conf, on Soil Engineering : 19-23.
20. Taylor, D. W. and W. Merchant. 1940. A theory of clay consolidation accounting for secondary compression. *Journal of Mathematics and, physics*, 17(3) : 167.
21. Von Post, L. 1926. Sveriges geologiska resultat. *Sv. Mosskultur for Tidskr* Vol. 1 : 1-27.
22. Wardwell, R. E. 1980. Secondary compression of organic soils with fiber decomposition. Ph. D. Thesis Dept, of Civil Eng., Colorado State Univ. Fort Collins, Colorado : 1-120.
23. Wilson, N. E., N. W. Radforth., I. C. Macfarlane and M. R. Lo. 1965. The rates of consolidation of peats. *Proc. of the 6th Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering* Vol. 1 : 407-411.
24. Yamanouchi. T. 1973. On the properties of organic soils. *Soil and Foundation*, 21(2), : 7-12.
25. _____ and Yasuhara. K. 1975. Secondary compression of organic soils. *Soil and Foundation* 15(1), : 1-50.
26. 大平小谷. 1969. log-log 曲線正規による壓密沈下-時間關係の整理法. *土の基礎*, 17(9) : 1-70.
27. 梅田安治, 平岡秀展. 1972. 泥炭の構成植物の識別と物質的及び力學的性質について. *有機質土の試験方法. 有機質土の試験方法シンポジウム論文集* : 19-22.
28. 及川洋, 官川勇. 1972. 泥炭の壓密試験方法と結果の整理方法. *有機質土の試験方法シンポジウム論文集* : 85-88.
29. 土質工學會, 1977. 有機質土の工學的諸問題. *土と基礎*, 25(4) : 77-84.
30. 安川郁夫, 嘉門雅史, 1987. 粘性土の二次壓密における荷重條件の影響. *土質工學會論文報告集* 27(2) : 13-106.
31. _____. 1982. 粘土の二次壓密特性について考察(第1報). 第17回土質工學研究發表會講演集 : 237-240.
32. 神谷光産, 1985. 粘土と泥炭を混合した有機質土の壓密特性. 第20回土質工學研究發表會講演集 223-224.
33. 鈴木敦己, 1972. 有機質火山灰土の工學的性質に對する土中水の影響. *土質工學研究發表會論文報告集* 12(2) :
34. 渋谷昌志, 園田祐史, 1980. 有機質土の二次壓密について. 第15回土質工學研究發表會講演集 : 305-308.
35. 山内豊聡, 安全一哉, 1969. 壓密試験にすける間ゲキ水壓の測定. *九大工學集報*, 43(3).
36. _____. 1970. 有機質土の壓密試験にすける寸法効果について. *九大工學集報*, 43(2).
37. _____. 1970. 有機質土の壓密試験結果の解釋と利用. *九大工學集報*, 43(3).
38. 萩野治雄, 島谷登, 1983. 泥炭の長期壓密特性について. 第18回土質工學研究發表會講演集 : 241-242.
39. 川野克典, 山口晴幸, 1988. 泥炭の壓縮性に關する考察, 第23回土質工學研究發表會講演集 : 293-296.
40. 上俊二, 藤原東雄, 安原一哉. 1988. 長期壓密

- 履歷を受けた粘土の壓密, すん断特性. 第23回 土質工學研究發表會 講演集: 291-292.
41. 姜又默, 柳能桓, 1978. 試料의 두께, 荷重增加率 및 載荷時間이 壓密特性에 미치는 影響. 韓國農工學會誌 第20卷 (3): 46-64.
42. 鄭寅峻, 1972. 試料와 地層의 두께가 二次壓密에 주는 影響. 大韓土木學會誌, 12(2): 1-7.
43. 李汶樹, 鄭鎮燮, 1980. 二次壓密에 관한 研究 全南大學校 工業技術研究誌, Vol. 17: 73-82.
44. 柳能桓, 柳然澤, 1985. 嶺東地域 有機質土의 特性에 관한 研究. 韓國農工學會誌 27(1): 77-85.