

有機質土의 壓密特性에 關한 研究

Studies on the Consolidation Characteristics of Organic Soils.

金 在 英*
Kim, Jae-Young

朱 宰 佑**
Ju, Jae-Woo

ABSTRACT

This study was intended to investigate the consolidation characteristics of lowly organic soils and highly organic ones, with organic content 15% and 68% respectively, which were sampled from three different soil regions in Chonbuk province. The results were obtained partly from standard consolidation test but mostly from single increment consolidation test in which each sample was held under the first sustained load for 5 weeks. Highly organic soils retained considerably larger void ratio than lowly organic ones. Decrease of void ratio due to load increment was gradual in lowly organic soils and abrupt in highly organic ones. The long-term compression quantity of the highly organic soils became linearly proportional to the logarithm of time after 5 minutes. The lowly organic soils showed a compression pattern similar to that of clay. For highly organic soils, the secondary consolidation coefficient appeared to have a constant relationship with the logarithm of consolidation time, and therefore may be used as a significant factor in estimating the long-term settlement.

要 旨

全北道內 3個地域에서 採取한 有機物含量 15%인 低有機質土(LL: 95%)와 有機物含量 68%인 高有機質土(LL: 400%)의 壓密特性을 調査分析하기 위해서 標準壓密試驗과 單一荷重壓密試驗을 實施하였다. 空隙比는 低有機質土 보다 高有機質土가 현저하게 큰 경향을 보였으며 $e-\log P$ 曲線에서 低有機質土는 荷重이 증가함에 따라서 空隙比 감소경향이 완만하였으나 高有機質土에서는 현저하게 감소하였다. 壓密量과 長期壓密時間과의 관계에서 高有機質土의 경우 約 5分경 부터 時間對數에 따라 直線的으로 증가하였고 低有機質土는 一般粘性土와 같은 경향을 보였다. 高有機質土의 2次壓密係數는 長期壓密時間에 따라 일정한 경향을 나타내고 있으므로 長期壓密量推定에 중요한 因子로 이용될 수 있다.

* 正會員, 全北大學校 副教授

** 正會員, 順天大學 專任講師

1. 序 論

有機質土는 濕地, 늪等에 水生植物, 蔬苔類等과 같은 植物體가 一部 腐蝕化되어 쌓인 것으로 泥炭(peat), 黑泥土(muck) 등과 같은 代表的인 것이 있다. 有機質土는 캐나다를 비롯하여 세계 각국^{4), 35)}에 約 2億 3千萬 ha의 面積에 分布되어 있으며 土壤學 側面에서는 客土 및 人工培養土^{8), 13)}로서 그리고 또 燃料代用²⁰⁾으로 利用되고 있으며 노르웨이에서는 록댐(rock dam)의 不透水性 코어(core) 材料로도 使用한 사실이 있다.⁴¹⁾ 有機質土는 主로 未分解된 纖維質로 構成되어 있어 保水力 및 膨脹性이 특히 크며 脫水時에는 收縮性이 큰 特徵을 갖고 있어^{29), 42)} 有機質土地盤은 土質工學上 代表的인 軟弱地盤으로 잘 알려져 있다. 따라서 有機質土地盤은 壓密沈下量이 크고 強度가 낮기 때문에 土木工事的 基礎地盤으로서는 不適合하여 이에 많은 關心을 갖게 되었으며 外國의 경우 有機質土에 대한 物理的, 力學的 特性 및 改良에 關한 研究가 遂行되어 왔다. 有機質土의 壓密은 一般粘土에 比해서 壓密沈下量이 크고 그 대부분이 二次壓密에 속하며 또한 粒子 自體가 壓縮性을 갖고 있는²⁶⁾ 등의 특수성과 複雜性을 갖고 있다. Colley¹⁰⁾, Miyakawa²⁴⁾ 등은 有機質土의 透水性에 關한 試驗에서 水平方向 透水性이 垂直方向 透水性보다 크다고 發表하였다. Hanrahan¹⁵⁾은 有機質土의 強度는 初期含水比가 큰 影響을 미친다고 하였으며, 壓密期間에 따라 同一荷重下에서 透水係數는 4×10^{-4} cm/sec ~ 8×10^{-9} cm/sec의 값을 나타냈다고 發表하였다. Adams^{1, 2)}, 大平²⁹⁾ 등은 有機質土의 壓密試驗結果 5分안에 比較적 큰 沈下가 發生하였다고 發表하였으며 Arman³⁾은 有機物含量이 20% 以下인 低有機質土의 경우 Terzaghi⁴⁰⁾의 壓密理論에 잘 일치된다고 하였다. Hills¹⁶⁾는 低有機質土(有機物含量: 11%)의 空隙比는 2보다 작은 값을 나타냈다고 하였으며 Takenaka³⁷⁾는 高有機質土의 壓密荷重과 強度는 比例關係를 나타냈다고 發表하였다. 神谷¹⁹⁾은 泥炭을 使用한 壓密試驗에서 分解度가 增加함에 따라 壓縮指數는 減少한다고 發表하였다. 有機

質土의 壓密에서 실제 문제가 되는 것은 過剩空隙水壓이 零이 되어도 壓密이 끝나지 않고 현저하게 繼續되는 소위 有效應力下에서 發生되는 二次壓密現象이라 생각할 수 있다. Taylor³⁹⁾는 土粒子의 骨格을 力學的 모델로 사용하여 二次壓密을 理論的으로 說明하였다. 石井¹⁷⁾는 二次壓密에 의한 變形을 고려한 體積壓縮係數를 사용할 것을 提案하였으며, Mesri²²⁾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 증가하는 直線式을 發表하였다. 二次壓縮은 有機物의 化學的作用으로 인한 固結作用(cementation) 요소와 吸着水에 기인하는 粘性抵抗要素로 나누어지며 특히 前者에 比例하여 增加한다.⁴³⁾ 有機質土의 壓縮變形은 植物纖維分の 固相自體의 變質까지도 포함하는 큰 變形을 나타낸다. Yamanouchi^{44), 45)}는 有機質土(LL: 153)의 壓密에서 二次壓縮을 고려한 壓密係數를 구하는 方法을 提案하였으며, Mesri²²⁾는 粘性土 및 有機質土의 壓縮指數에 대한 二次壓密係數의 比는 0.025~0.1의 범위에 속한다고 발표하였다. 有機質土의 壓密特性에 關한 研究는 國內的으로 未洽한 실정으로 土木分野에서 有機質地盤에 灌溉 및 排水路工事を 하는 경우 掘鑿方法 및 技術등의 많은 연구개발이 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 長期壓密沈下量 推定 및 地盤改良 등 많은 문제점 해결을 위한 연구가 요청되고 있다. 1983年 전북황등지구 排水改善을 위한 水路工事中에 有機質土의 地盤을 굴착한후 切土部 斜面崩壞로 어려움을 겪은바 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 約 68%인 高有機質土와 有機物含量 約 15%인 低有機質土를 사용하여 標準壓密試驗과 單一荷重壓密試驗을 實施하였다. 壓密量과 長期壓密時間, 壓密荷重과 壓縮係數, 壓密係數, 透水係數 및 二次壓密係數, 二次壓密係數와 初期含水比 및 長期壓縮時間과의 相關關係 및 長期沈下量 推定에 重要한 因子인 二次壓密係數를 推定할 수 있는 多重回歸方程式의 유도등의 分析을 통하여 有機物含量 15~68%의 有機質土의 地盤改良研究의 基礎資料로서 提供코져 수행하였다.

2. 材料 및 試驗方法

2.1 材 料

本試驗에 사용한 시료는 全北道內에 分布되어 있는 有機質土中에서 그 代表的인 新城地域(A soil), 禮村地域(B soil), 玄永地域(C soil) 등 3 個地域을 선정하여 各 地域마다 5 個所의 地下 1m 地點에서 採取한 有機質土로서 그 理化學的 性質은 Table 1, Table 2와 같으며 U.S.D.A. (United State Dept. of Agriculture) 分析法에 準하여 分析하였다.

有機質土는 一般粘性土에 比해서 液性限界, 塑性限界, 空隙比 등의 物理的 性質이 크게 나타나고 있으며 陽이온 置換容量(C.E.C.)도 Kaolin 系 粘性土(C.E.C.=3~15)에 比해 큰 값을 나타내는 有機質土 高유의 특징을 가지고 있다.

2.2. 試驗方法

本試驗에 사용한 試料는 不攪亂試料로 標準壓密試驗과 單一荷重壓密試驗으로 區分하여 試驗하였다. 비교관시료는 直徑 200mm, 높이 300mm 크기의 P.V.C 파이프를 사용하여 現場에서 채

취한 다음 2~3%의 송진이 混合 融解된 파라핀을 사용하여 수분증발을 차단시켰다. 標準壓密試驗(S.C.)은 KSF 2316에 의거 直徑 60mm 높이 20mm 크기 供試體를 製作하였고 荷重方法은 0.1kg/cm², 0.2kg/cm², 0.4kg/cm², 0.8kg/cm², 1.6kg/cm²로 5 段階의 荷重을 24 時間씩 가하였고 4 連式 標準壓密試驗機에 의하여 실시하였다. 單一荷重壓密試驗(S.L.C.)은 公시체를 표준 압밀시험의 경우와 동일하게 제작하였으며 單一荷重 0.1kg/cm², 0.2kg/cm², 0.4kg/cm², 0.8kg/cm², 1.6kg/cm²를 각각에 대하여 1개월씩 가하였다. 各供試體에 대하여 3 回反復 試驗한 結果의 平均值를 취하여 比較分析하였으며 側面 摩擦을 減少시키기 위하여 silicon grease를 사용하였다.

3. 結果 및 考察

3.1 壓密荷重과 空隙比, 壓縮係數 및 透水係數와의 關係

Fig. 1, Fig. 2는 標準壓密試驗과 單一荷重壓密試驗에 의한 低有機質土와 高有機質土의 空隙比와 壓密荷重과의 關係를 나타낸 것으로 初期

Table 1. Physical properties of organic soils

Soil	Depth (cm)	LL (%)	PL (%)	Specific Gravity	Water content (%)	Initial void ratio	S (%)
A	50	95	75	2.42	85	2.02	102
	100	380	190	1.75	340	6.68	90
B	50	95	74	2.44	86	2.05	102
	100	410	193	1.73	350	6.86	88
C	50	97	75	2.42	88	2.10	101
	100	404	190	1.75	338	6.66	89

Table 2. Chemical properties of organic soils

Soil	Depth (cm)	Organic matter (%)	Cation exchange capacity (me/100g)	P.H
A	50	15.3	24.8	4.4
	100	64.5	73.0	5.1
B	50	15.4	23.5	4.5
	100	68.2	86.2	5.3
C	50	15.7	28.2	4.4
	100	66.7	84.3	5.2

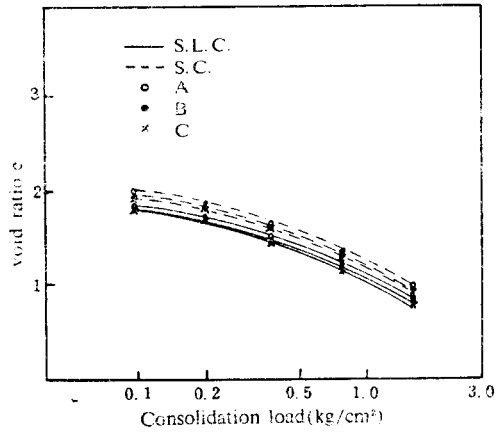


Fig. 1 Relationship between void ratio and consolidation load for lowly organic soils.

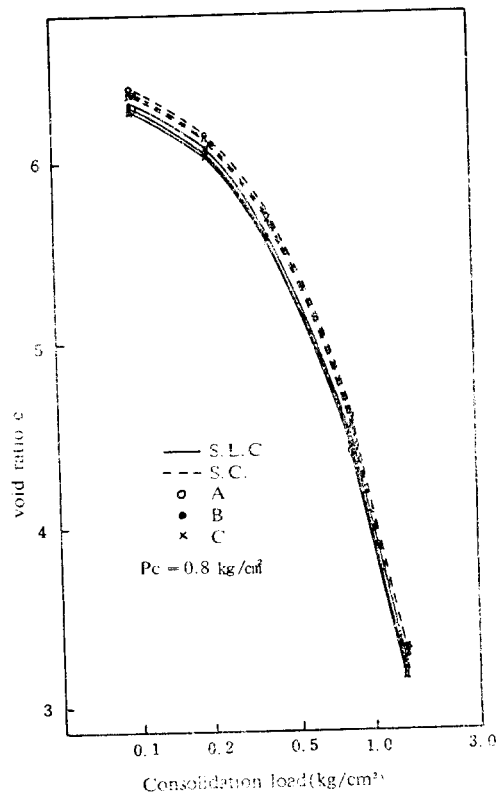


Fig. 2. Relationship between void ratio and consolidation load for highly organic soils.

空隙比는 고유기질토가 현저하게 큰 경향을 보였다. 森田²⁵⁾은 軟弱粘土에 대한 壓密試驗에서 초기공극비가 큰 試料에서 沈下量이 크다고 발표하였다. 저유기질토는 一般海成粘土와 같이 압밀荷重이 증가함에 따라서 공극비 감소경향이 완만한 경향을 보였고 고유기질토에서는 현저한 감소 경향을 보였다. 荻野²⁷⁾, 鈴木³⁶⁾는 比重이 각각 1.86과 2.38인 유기질토의 공극비와 압밀하중과의 관계에서 有機物含量에 따라 공극비의 감소경향의 차이를 나타냈다고 하였다. 이와 같은 현상은 유기물함량이 많을수록 含水比가 크기 때문에 載荷로 인한 초기공극비가 현저하게 감소하는 경향으로 생각된다. 표준압밀시험과 단일하중압밀시험에 따른 공극비 감소는 비슷한 경향을 나타냈다.

Fig. 3, Fig.4는 표준압밀시험과 단일하중 압밀시험에 의한 低有機質土와 高有機質土의 壓縮係數와 壓密荷重과의 關係를 나타낸 것으로 低有機質土에서는 일반 海成粘土와 같이 標準壓密試驗과 單一荷重壓密試驗 모두가 壓縮係數는 減少하는 경향을 나타냈다. 高有機質土에서 壓縮係數는 荷重이 0.8kg/cm²까지는 증가하다가 그 이후부터는 감소하는 경향을 나타냈다. 이러한 현상은 低有機質土가 表層部에 位置하였던 것에

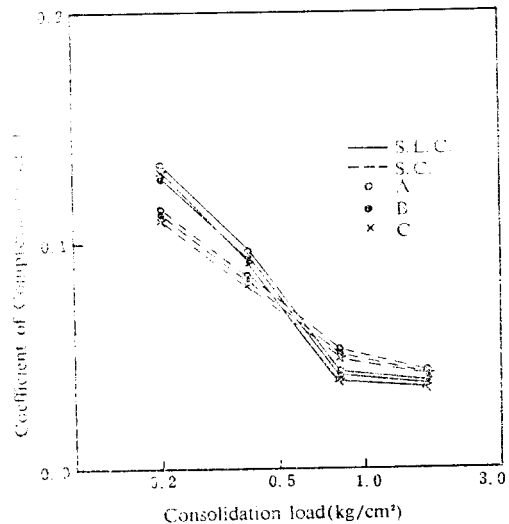


Fig. 3. Relationship between coefficient of compression and consolidation load for lowly organic soils.

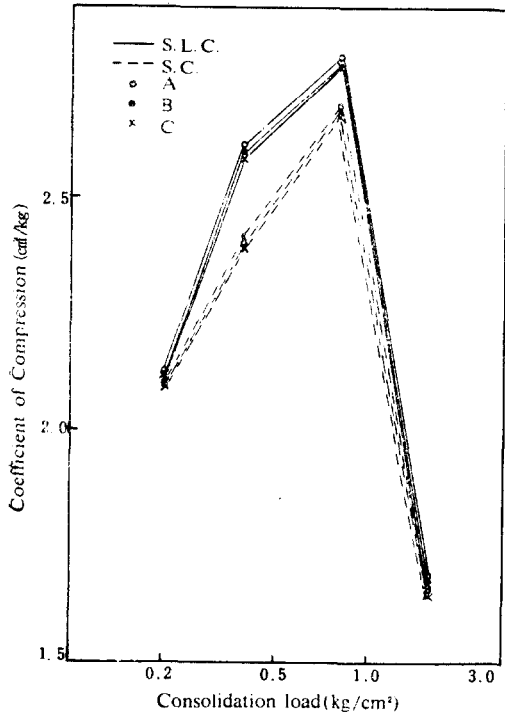


Fig. 4. Relationship between coefficient of compression and consolidation load for highly organic soils.

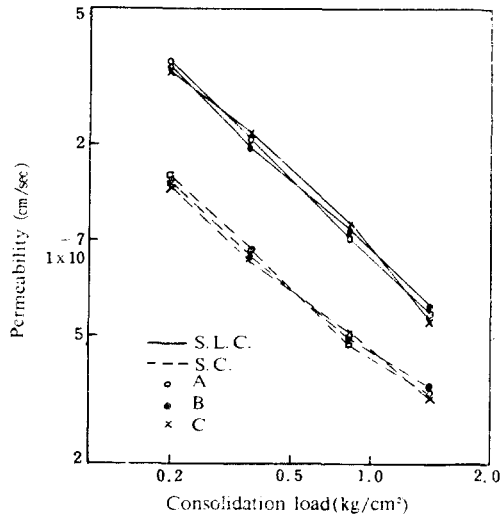


Fig. 5. Relationship between permeability and consolidation load for lowly organic soils.

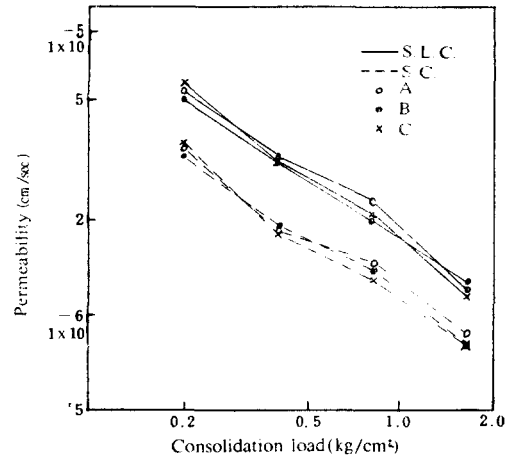


Fig. 6. Relationship between permeability and consolidation load for highly organic soils.

비해 高有機質土는 深層部에 위치하였기 때문에 先行荷重을 받은 영향으로 생각된다. Fig. 5, Fig. 6은 표준압밀시험과 단일하중압밀시험에 의한 低有機質土와 고유기질토의 透水係數와 壓密荷重과의 관계를 나타낸 것으로 일반 海成粘土와 같이 荷重이 증가함에 따라 투수계수가 감소하는 경향을 나타냈다. 이러한 현상은 空隙比와 透水係數와의 相關關係에 의한 것으로 생각된다. 고유기질토의 透水係數는 일반粘土에 비해 큰 $1.82 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 로 나타났다.

3.2 壓密荷重과 壓密係數 및 壓縮指數와의 關係

Fig. 7, Fig. 8은 저유기질토와 고유기질토의 壓密係數와 壓密荷重과의 관계를 나타낸 것으로 일반 粘性土와 같이 荷重이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며 표준압밀시험에 의한 壓密係數 보다 단일하중압밀시험의 壓密係數가 큰 경향을 나타냈다. 이러한 현상은 t_{90} 에 영향되는 것으로 하중이 증가 할수록 90% 壓密에 소요되는 시간이 단일하중압밀시험의 경우는 점점 감소하기 때문인 것으로 생각된다. 유기질토는 일반粘性土에 비해 初期壓密量이 크기 때문에 초기예상 沈下量도 크게 나타난다. Fig. 9는 고유기질토의 壓縮指數와 壓密荷重과의 관계를 나

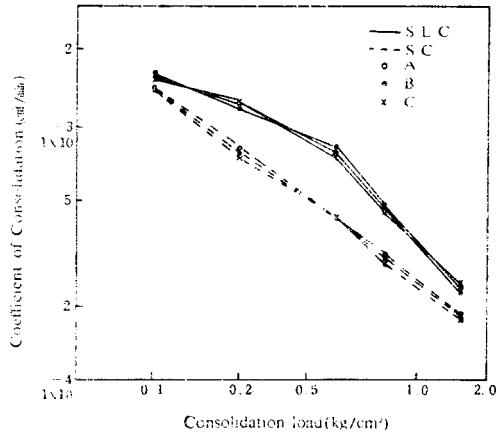


Fig. 7. Relationship between coefficient of consolidation and consolidation load for lowly organic soils.

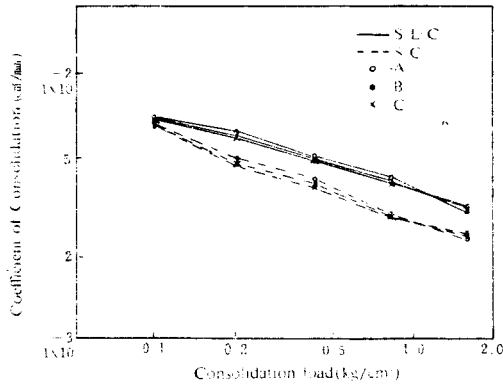


Fig. 8. Relationship between coefficient of consolidation and consolidation load for highly organic soils.

타닌 것으로 일반海成粘土에 비해서 현저한 증가 경향을 나타냈다. 또한 표준압밀시험과 단일하중압밀시험과의 경우 壓縮指數는 거의 비슷한 경향을 보였다. 이러한 현상은 e -log P 曲線과의 관계에서도 볼 수 있다.

3.3 壓密量과 長期壓密時間과의 關係

Fig. 10과 Fig. 11은 3개지역의 高유기질토와 低유기질토를 사용하여 각각 단일하중압밀시험에 대한 壓密量과 長期壓密時間과의 關係를 나타낸 것으로서 高유기질토의 경우 0.1 kg/cm^2 ,

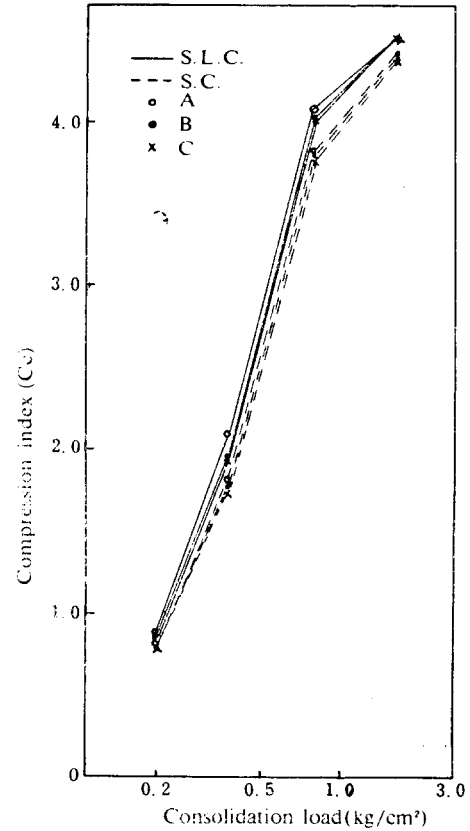


Fig. 9. Relationship between compression index and consolidation load for highly organic soils.

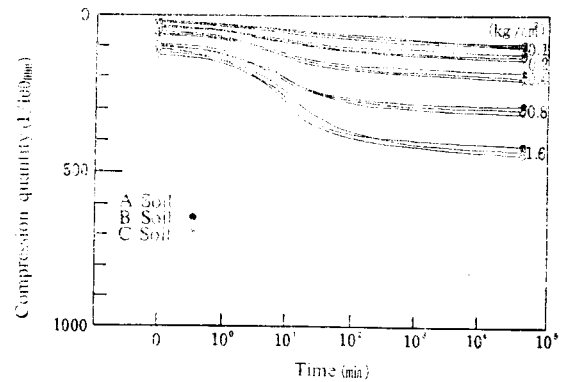


Fig. 10. Relationship between compression quantity and consolidation time for highly organic soils at various consolidation loads.

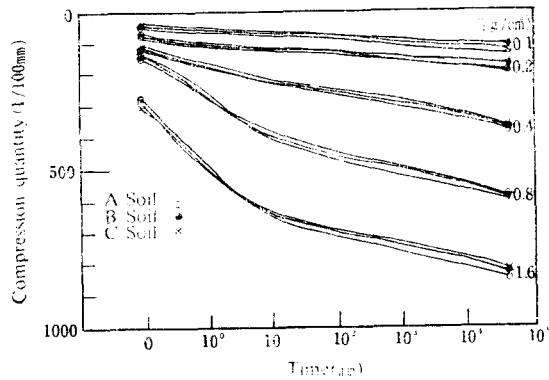


Fig. 11. Relationship between compression quantity and consolidation time for lowly organic soils at various consolidation loads.

0.2 kg/cm², 0.4 kg/cm² 荷重에서는 壓密이 완만하게 진행되는 경향을 보였고 0.8 kg/cm², 1.6 kg/cm² 荷重에서는 초기에 현저한 壓密이 이루어 졌으며 約 5分경 부터는 時間의 對數(log t)에 따라 直線의으로 증가하는 경향을 나타냈으며 段階荷重이 증가할수록 증가율이 크게 나타났다. 저유기질토의 경우는 粘性土와 비슷한 경향으로 約 30分 以內에 대부분의 壓密이 이루어졌으며 그 이후의 시간에 따른 壓密증가는 미소한 경향을 보여 주고 있다. 이러한 경향은 고유기질토가 저유기질토 보다 未分解된 壓縮性的 纖維質含量이 많고 吸水性이 크기 때문인 것으로 생각되며 고유기질토의 경우 長期壓密이 일정한 比率로 계속되는 것은 含水比가 크며 有機纖維質 自體의 壓縮性이 크기 때문인 것으로 생각된다. Barden⁷⁾은 Irish 泥炭의 長期壓密은 空隙水壓소멸후에도 線形으로 계속된다고 하였고 Arman⁹⁾은 有機物含量이 20% 以上の 고유기질토는 沈下—時間對數曲線에서 直線의으로 증가하는 경향을 보인다고 발표하였으며, Adams⁹⁾, Hanrahan¹⁴⁾은 단일하중하에서 고유기질토는 파괴면의 형성없이 壓密은 장기적으로 계속되며 強度는 含水比가 크게 영향을 미친다고 하였다. 이와같이 고유기질토는 일정한 壓密荷重에서 장기적으로 壓密이 계속되고 또한 有機纖維質은 非壓密性的 가정에 일치하지 않은 壓縮性이므로

沈下豫測에 Terzaghi의 壓密理論으로는 解析하기 어렵지만 저유기질토의 壓密에서는 Terzaghi 壓密理論에 거의 일치하므로 有機質土의 沈下들이 理論에 의해서 예측할 수 있다.

3.4 二次壓密係數와 壓密荷重 및 長期壓密時間과의 關係

二次壓密에 대한 이론은 여러學者들이 Reology 理論으로서 설명하고 있으나 아직도 정립된 이론은 없으며 특히 有機質土의 경우 二次壓密量을 推定하기 위해서 Raymond¹⁰⁾, Mesri²³⁾는 二次壓密係數($C_a = de/d \log t$)와 二次壓密比($C_{ae} = C_a / (1 + ep)$)를 사용하였다. 여기서 ep는 시간—空隙比曲線에서 一次壓密終了時의 空隙比이다. 二次壓密의 주된 原因은 側方向拘束狀態에서 載荷할 때 剪斷力때문에 일어나는 軸方向의 점진적인 變形현상이다. 二次壓密은 空隙比의 감소로 발생된 粘土粒子의 構造的 교란으로 인하여 좀더 安定된 配列을 이루려는 粘土粒子의 점진적 현상과 같다. 또한 둥근粒子나 鱗片狀의 粒子가 外力을 받으면 보다 치밀한 상태로 되어 상대적으로 滑動하기 때문에 발생하며^{33,34)} 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. Arman⁹⁾은 유기질토에서 有機纖維質의 壓縮은 二次壓縮과 어느정도 유사하다고 하였으며, 涉江³²⁾은 유기질토의 二次壓密係數는 正規壓密에서 載荷荷重, 載荷方法등에 의한 것보다는 試料自體의 특성에 의하여 큰 영향을 받는다고 하였다. Fig. 12, Fig. 13은 고유기질토와 저유기질토의 壓密時間 24時間까지의 二次壓密係數와 壓密荷重과의 관계를 나타낸 것이다. 고유기질토의 경우는 壓密荷重이 증가함에 따라 二次壓密係數는 0.8 kg/cm²의 荷重까지는 현저한 증가현상이 나타났으며 그 이후에는 완만한 증가경향을 보여 주고 있다. 粘性土의 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 나타내며^{18,31)}, 본 研究에서 사용된 고유기질토의 경우는 先行荷重 0.4 kg/cm²의 2倍부근에서 最大值에 가까운 값을 나타내고 그 이후부터는 완만한 증가 경향을 나

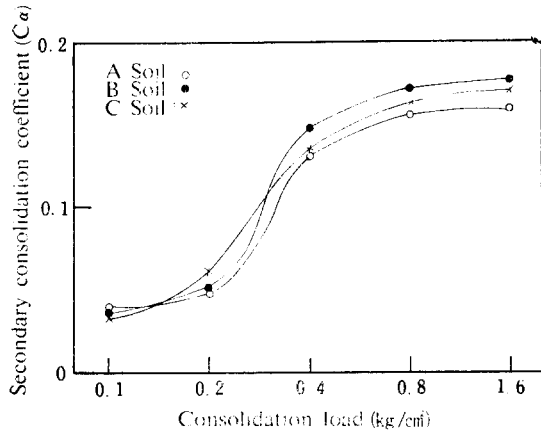


Fig. 12. Relationship between coefficient of secondary consolidation and consolidation load for highly organic soils.

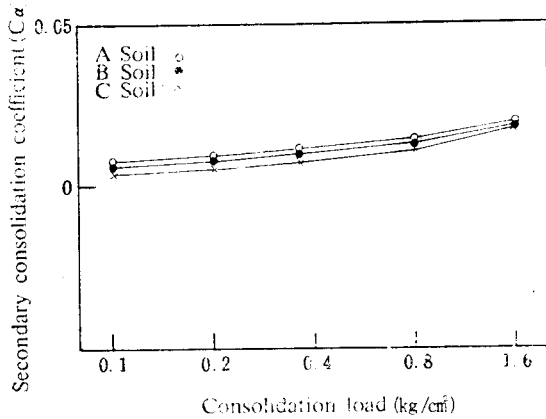


Fig. 13. Relationship between coefficient of secondary consolidation and consolidation load for lowly organic soils.

타내고 있다. 荻野²⁷⁾, 竹嶋³⁸⁾는 泥炭의 長期壓密特性에서 先行荷重의 2~4倍 부근에서 最大値를 보이며 그 이후 荷重에서는 同一値를 나타냈다고 하였다. 이러한 현상은 過壓密效果와 有機纖維質自體의 壓縮에 기인되는 것으로 생각된다. 저유기질토의 경우는 壓密荷重이 증가함에 따라 二次壓密係數는 粘性土와 비슷하게 완만한 증가 경향을 나타냈다. 安川^{46), 47)}는 粘土(LL: 36.6~106)에 대한 壓密試驗結果 e -log P 曲線이 완만한 경우 C_{α} -log P 曲線도 완만한 증가 경향을 나타냈다고 발표하였으며 이러한 결과는 저유기질토의 경우와 비슷한 경향을 보였다. Fig. 14, Fig. 15는 고유기질토의 壓密荷重 0.2 kg/cm² 와

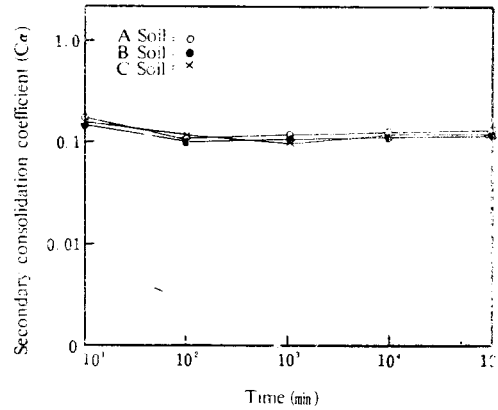


Fig. 14. Relationship between coefficient of secondary consolidation and consolidation time for highly organic soils at 0.2 kg/cm² loading.

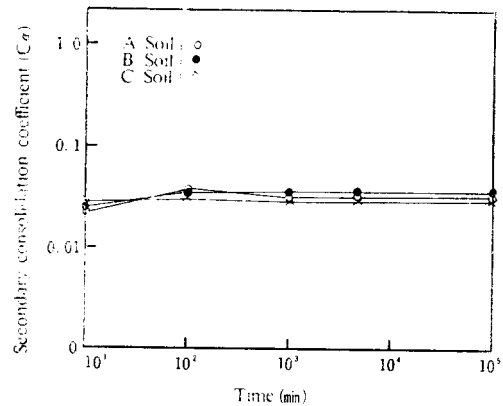


Fig. 15. Relationship between coefficient of secondary consolidation and consolidation time for highly organic soils at 0.8 kg/cm² loading.

0.8 kg/cm² 에서 長期壓密時間과 二次壓密係數와의 관계를 나타낸 것이다. 0.2 kg/cm² 壓密荷重에서 二次壓密係數는 壓密時間 100 분까지는 약간 증가하는 경향을 보이다가 100 분 이후 부터는 일정한 경향을 나타냈다. 0.8 kg/cm² 壓密荷重에서 二次壓密係數는 壓密時間 100 분 이후 부터는 일정한 경향을 나타냈다. 이러한 현상은 一次壓密終了後에도 섬유질 자체의 壓縮이 계속 진행되기 때문인 것으로 생각된다.

3.5 二次壓密比와 初期含水比와의 關係

Fig. 16은 二次壓密比와 初期含水比와의 關係를 나타낸 것으로 高 유기질토의 경우 Mesri²²⁾의 直線보다는 낮은 곳에 分布되어 있으나, Adams가 제안한 범위내에는 포함되고 있으며 저 유기질토의 경우는 Mesri의 직선을 중심으로 上下부분에 均等하게 分布하고 있으므로 본 연구에 사용된 유기질토의 二次壓密比와 初期含水比는 兩對數紙上에 比例關係에 있음을 나타내고 있다. 유기질토의 自然含水比를 알면 본 그림을 사용하여 二次壓密比와 二次壓密係數를 구할 수 있다.

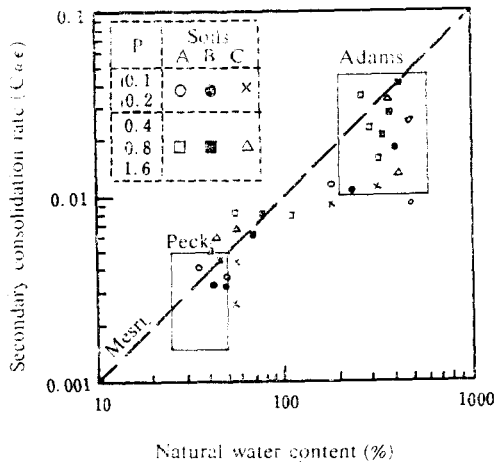


Fig. 16. Relationship between natural water content and rate of secondary consolidation for organic soils.

3.6 多重回歸式에 의한 二次壓密係數의 推定

壓密沈下量과 시간과의 關係에서 試驗値와 實測値를 근사적으로 다음과 같은 對數公式²⁸⁾으로 표시할 수 있다.

$$S = S_0 + C_a H \log_{10} \frac{t}{t_0} \dots \dots \dots (1)$$

- 여기에서 S : 沈下量(壓密量)
- t : 經過時間
- H : 被壓縮層의 두께
- S₀, t₀ : 一次壓密量과 壓密時間
- C_a : 二次壓密係數

(1)式은 試驗値의 결과와 잘 일치하고 있으나 式的 성질상 長期壓密에서는 과대한 결과가 예

기되므로 적용기간의 제한을 받게 된다. 壓密沈下量 推定에 重要한 인자인 二次壓密係數를 유기질토의 物理的性質을 이용하여 推定할 수 있는 多重回歸方程式을 本試驗結果에서 압밀하중 0.2kg/cm²의 경우를 표시하면 다음과 같다.

$$C_a = 0.00347 - 0.000358w + 0.000341LL - 0.00102G.S + 0.00053Lig + 0.000937e \quad (r : 0.99) \dots \dots \dots (2)$$

- 여기에서 w : 含水比(%)
- LL : 液性限界(%)
- G.S : 比重
- Lig : 強熱減量(%)
- r : 相關係數
- e : 初期空隙比

(2)式을 사용하면 壓密試驗을 實施하지 않더라도 高 유기질토의 二次壓密係數를 推定하여 壓密沈下量推定에 사용될 수 있을 것이다.

4. 結 論

全北道內 3 個地域에서 採取한 有機物含量 約 15%인 低有機質土와 有機物含量 約 68%인 高有機質土의 壓密特性을 調査分析하기 위하여 標準壓密試驗과 單一荷重壓密試驗을 實施하여 얻은 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 空隙比는 低有機質土 보다 高有機質土가 현저하게 큰 경향을 보였으며 e-log P 曲線에서 저 유기질토는 荷重이 증가함에 따라서 空隙比 감소경향이 완만하였으나 高 유기질토에서는 현저하게 감소하였다.
2. 高 유기질토의 경우 壓密荷重이 증가함에 따라 壓密係數는 先行荷重까지는 증가하다가 그 이후부터는 감소하는 경향을 보였으며 또 壓密係數, 透水係數는 감소하는 경향을 보였으며 壓縮指數는 增加率이 증가하는 경향을 나타냈다.
3. 壓密量과 長期壓密時間과의 關係에서 高 유기질토의 경우 段階荷重이 증가할수록 壓密增加率이 컸으며 約 5分경부터 時間對數에 따라 直線的으로 증가하였고 저 유기질토는 一般粘土와 같은 경향을 보였다.
4. 高有機質土의 二次壓密係數는 先行荷重의 2倍인 壓密荷重 0.8 kg/cm²까지는 현저한 증가

경향이 나타났으며 그 이후부터는 완만한 증가 경향을 나타냈다.

5. 고유기질토의 二次壓密係數는 長期壓密時間에 따라 일정한 경향을 나타내고 있으므로 長期沈下量 推定에 중요한 인자로 이용될 수 있다.

6. 유기질토의 二次壓密比와 初期含水比와의 관계는 Mesri²²⁾ 直線上에서 균등분포되는 比例 경향을 나타냈다.

7. 物理的 性質과 二次壓密係數와의 關係에서 壓密荷重 0.2 kg/cm² 의 경우 二次壓密係數를 推定할 수 있는 多重回歸方程式은 다음과 같다.

$$C_a = 0.00347 - 0.000358 w + 0.000341 LL - 0.00102 G.S + 0.00053 Lig + 0.000937 e \quad (r=0.99)$$

式에서 C_a : 二次壓密係數

w : 含水比(%)

LL : 液性限界(%)

$G.S$: 比重

r : 相關係數

Lig : 強熱減量(%)

e : 初期空隙比

謝 辭

본 연구는 1985년도 한국과학재단 연구비에 의해서 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다.

參 考 文 獻

- Adams, J.I., "Laboratory Compression Tests on Peat," Proc. Seventh Muskeg Res. Conf. NRC. ACSSM, Tech., Vol. 71, 1961, pp. 36~54.
- _____, "The Consolidation of Peat-Field and Laboratory Measurement," Ontario Hydro Res. Quart. Vol. 15, Fourth Quarter 1963, pp. 1~7.
- _____, "The Consolidation of Peat," Canada Ontario Hydro Res. Quart. No. 4, 1963, pp. 2~4.
- Allison, F.E., Soil Organic Matter and Its Role Crop Production, Elsevier Scientific Publishing Co., 1973, pp. 585~617.
- Arman, A., "Engineering Classification of Organic Soils," Highway Research, No. 310, Highway Research Board, National Research Council, 1969, pp. 75~89.
- _____, "A Definition of Organic Soils," Engineering Research Bulletin, No. 101, 1969, pp. 1~89.
- Barden, L., "Time Dependent Deformation of Normally Consolidated Clays and Peats," Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 95, No. SM1, Proc. Paper, 1969, pp. 1~31.
- Brody, N.C., The Nature and Properties of Soils, Macmillan Publishing Co., 1974, pp. 353~371.
- 鄭寅駿, "試料의 地層의 두께가 二次壓密에 주는 影響", 大韓土木學會誌, Vol. 12, No. 2, 1972, pp. 1~7.
- Colly. B.E., "Construction of Highway over Peat and Muck Area," Am. Highway. Vol. 29, No. 1, 1950. pp. 3~6.
- Craig, R.F., Soil Mechanics, Van Nostrand Company, 1977, pp. 177~223.
- Dimtcho Evstatiev, "Engineering Properties of Compacted Flyash," ASCE, Soil & Foundation. Vol. 99, No. 2, 1973, pp. 221~224.
- Foth. H.D., Fundamental Soil Science. John Wily & Sons. Ins, 1978, pp. 171~172.
- Hanrahan, T.E., "An Investigation of Physical Properties of Peats," Geotechnique, Vol. V. No. 3, 1954, pp. 108~123.
- _____, "The Mechanical Properties of Peat with Special Reference to Road Construction," Bull. Inst. Civil Engrs. Ireland, Vol. 78, No. 5, 1952, pp. 179~215.
- Hills, C.I. and Brawner. C.O., "The Compressibility of Peat with Reference to Major Highway Construction in British Columbia," 1961, pp. 204~227.
- 石井靖丸他, "沖積粘土の工學的性質に關する研究", 日本土木學會論文集, No. 30, 1955, pp. 1~33.
- 姜父默, 柳能植, "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, Vol. 20, No. 3, 1978, pp. 46~64.
- 神谷光彦, "泥炭の分解と壓密特性について," 第19回土質工學研究發表講演集, 1984, pp. 227~228.
- Lyle, T.L. and Buckman, H.O., "The Nature and Properties of Soils," The Asakure Co., 1951, pp. 312~337.
- Matsuo, S. and Kamon, M., "Engineering Pro-

- properties of Inferior Clayey Soil Material and Its Improvement," Proc. 1st Australia Conf. on Engineering Materials, the Univ. of New South Wales, 1975, pp. 385~410.
22. Mesri, M., "A Coefficient of Secondary Compression," Proc. ASCE. SM1, 1973, pp. 123~137.
 23. _____, and Godlewski, P.M., "Time and Stress Compressibility Interrelationship," Journal of the Geotechnical Engineering Division, 1977, pp. 417~429.
 24. Miyakawa, I., "Soil Engineering Research on Peaty Alluvia," Report 1 to 3, Civil Eng. Res. Inst. Hokkaido Development Bureau, Bull. No. 20. Sapporo 88. English Transl. by K. Shimizu, NRC. Transl. No. 1001. Ottawa 1962.
 25. 森田定市, 稲田信徳, 赤石勝, "現場圧密特性について," 第8回 土質工學研究発表會講演集, 1973, pp. 117~120.
 26. 及川洋, 官川勇, "泥炭の圧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発表論文集, 1972, pp. 85~88.
 27. 荻野治准, 島谷登, 能登繁幸後藤彰, "泥炭の長期圧密特性について," 第18回土質工學研究発表會講演集, 1983, pp. 241~242.
 28. 大平至憲, 土質工學ハンドブック, 土質工學會, 1965, pp. 735~736.
 29. 大平小谷, "log-log 曲線定規による圧密沈下一時間関係の整理法," 土と基礎, Vol. 17, No. 9, 1969, pp. 1~70.
 30. Raymond, G.p. and Wahls, H.E., "Estimating One Dimensional Consolidation Including Secondary Compression of Clay Loaded from over Consolidated to Normally Consolidated State," Trans. Research Board. Special Report, 163. National Academy of Sciences, 1976.
 31. 李汶樹, 鄭鎮熒, "二次圧密에 關한 研究," 全南大學校 工業技術研究誌, Vol. 17, 1980, pp. 73~82.
 32. 涉江昌志, 園田祐史, "有機質土の二次圧密について," 第15回 土質工學研究発表講演集, 1980, pp. 305~308.
 33. 島田眺可, 澤田敏男, "締固め不飽和土の二次圧密について," 第4回土質工學研究発表講演集, 1969, pp. 343.
 34. Schmertman, J.H., "Estimating of True Consolidation Behavior of a Clay from Lab. Test Result," ASCE, No. 79. 1955, pp. 311.
 35. Sun-Fu Shin., "Some Physical Characteristics of Organic Soil Related to Engineering Design," 6th South-East Asian. Conf. on Soil Engineering, 1980, pp. 19~23.
 36. 鈴木教己, "有機質火山灰土の工學的性質に対する土中水の影響," 土質工學會論文報告書, Vol. 12, No. 3, 1972.
 37. Takenaka and Yasuhara. K., "Engineering Problems of Organic Soils in Japan," Research Committee on Organic Soils, Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering 1977, pp. 35~48.
 38. 竹嶋, 土と基礎, Vol. 27, No. 3, 1979, pp. 1~40.
 39. Taylor D.W. and Merchant. W., "A Theory of Clay Consolidation Accounting for Secondary Compression," Journal of Mathematics and Physics, Vol. 17 No. 3, 1940, pp. 167.
 40. Terzaghi, K., "Die Erddrucker Scheinungen in Oestleich Beamsprucken," Schuettungen und die Eutstehung Von Tragkoerperern 1927, pp. 194~199.
 41. Tveiten. A.A., "Applicable of Peat as an Impervious Material for Earth Dams (Norwegian, with English Summary)," Norweigan Geotech, Inst., Publ. No. 14, 1956.
 42. 梅田安治, 平岡秀辰, "泥炭の構成植物の識別と物理的及び力學的性質について," 有機質土の試験方法シンポジウム論文集, 1972, pp. 19~22.
 43. Yamanouchi, T., Yasuhara, K. and Hirao, K., "Influences of Organic Matter on Engineering Properties of Cohesive Soils, Reprint, 12th Annual Meeting of JSSMFE, 1977, pp. 153~156.
 44. _____, "Secondary Compression of Organic Soils," Soil and Foundation, Vol. 15, No. 1, 1975, pp. 1~70.
 45. _____, "Secondary Compression of Peaty Soils," Pro. of the 5th Asian Regional Conf. SMFE. Vol. 1, 1975, pp. 77~83.
 46. 安川郁夫, 粘土の二次圧密特性について考察(第1報), 第17回土質工學研究発表講演集, 1982, pp. 237~240.
 47. _____, 粘土の二次圧密特性について考察(第2報) 第18回土質工學研究発表講演集, 1983, pp. 213~216.