

힐댐盛土의 現場다짐에 關한 研究

Investigation on the Field Compaction for Embankment of Fill Dam

崔 珍 奎* · 金 文 基**
Jin Kyu Choi , Moon Ki Kim

Summary

The objective of this study is to analyze the present situation of compaction equipment used in the earth fill dam construction, and the compaction effects of various types of equipment on core and pervious zones of the fill dam.

The results obtained are summarized as follows;

1. Banking materials mostly used for the core zone were soils classified as CL, SC and ML, while those classified as SM, ML and SC were predominant for the pervious zone.
2. Equipments used practically in the real fields were considerably different from those specified in the designs.
3. It was found that the relationship between optimum water content and maximum dry density for both core and pervious materials showed to be linear, ranging from 10% to 25% water content. That is,
$$\gamma_{dmax}(core) = 2.2555 - 0.0284 W_{opt}$$
$$\gamma_{dmax}(pervious) = 2.239 - 0.028 W_{opt}$$
4. The generalized compaction guides for all kinds of equipment and soil types considered in this study may be recommended as $N=8-10$ $T=20cm$, $N=10-12$ $T=30cm$ for core zone(98%) and $N=6-8$ $T=20cm$, $N=8-10$ $T=30cm$ for pervious zone (95%).
5. The coefficient of permeability in the field tests showed about 10 times as high as the laboratory test value.

This large deviation, however, was due to the horizontal permeation and considered not to be significant in the light of the satisfactory compaction ratio in the field compaction.

I. 緒 論

다짐(Compaction)이라 함은 人工의인 方法에 의

해 흙의 密度를 높이는 것, 또는 空隙을 줄여 土粒子를 서로 密着시키는 것으로 定義되며¹⁾, 土工構造物施工에서는 材料의 選擇과 더불어 가장 重要한 作業中的의 하나이다.

* 全北大學校 農科大學

** 서울大學校 農科大學

필델은 粘土, 모래, 자갈 또는 岩으로 이루어지며 이 모든 築堤材料는 透水性材料(Pervious material)와 不透水性材料(Impervious material)로 區分된다. 不透水性材料는 大部分 粘土質로 물의 흐름을 차단하며, 透水性材料는 모래, 자갈, 岩등으로 堤의 安定을 維持하고 이를 弱화시키는 浸入水를 排除시키는 役割을 한다. 堤工事에서는 이들 材料를 單純히 쌓아 올리는 것만으로 되는 것이 아니고, 그 施工過程중에는 항상 設計條件을 만족시킬 수 있는 品質管理를 하지 않으면 안되며 이를 소홀히 할 시는 堤으로서의 諸機能을 발휘치 못하게 된다.

一般的으로 自然흙이나 現場의 뒷채움材料를 다지는데 必要한 示方基準을 보면 室內試驗에서 決定된 最適條件에서의 다짐이 要求된다. Seelye⁴⁾는 바닥의 뒷채움은 다짐률이 95~100%, 흙쌓기나 Earth dam은 이와 비슷한 다짐密度가 必要하다고 하였고, 美開拓局²¹⁾에서의 다짐基準은 堤높이 15m以下는 95%, 15m以上은 98%로 다짐률을 規定하고 있다. 이에 대하여 우리나라 農業用水開發事業의 一般的 다짐設計基準은 標準다짐 最大乾燥密度의 90—100%로 規定하고 있으나¹⁸⁾, 실제로는 粘土 98%, 一般 盛土 95%로 많이 施行하며, 建設部⁹⁾의 道路다짐에서의 補助路盤工의 경우 갈기두께 20cm以內로 95%以上, 路盤工은 갈기두께 15cm로 95%의 標準다짐이 되어야 한다고 하였고, 그밖에 榮山江 4個堤¹⁶⁾에서는 95%以上, 南江堤⁷⁾에서는 布設두께 15~20cm로 90%以上의 다짐률이 되도록 施行하였다.

이러한 基準에 맞는 充分한 다짐施工을 위해서는 現場흙을 標準다짐試驗에서 구한 最適含水比下에, 그 土質에 맞는 다짐方法 및 適正裝備로 適切한 다짐두께와 回數를 決定하여 다짐基準으로 삼고 이에 準해서 철저한 施工管理를 하여야 한다.

그러나 現地條件이나 施工會社의 能力, 또는 다짐裝備의 國內保有不足으로 適切한 다짐裝備를 갖추지 못하는 경우가 있으므로 이러한 點을 감안, 實質的인 品質管理策이 要求되어 現在 投入된 裝備로 그 現場土質에 適合하고 効率的인 다짐施工方法을 모색함으로써 앞으로의 現場 다짐施工에 도움을 주고자 하는데 本研究의 目的을 두었다.

II. 研究史

흙의 다짐은 흙의 여러가지 性質을 改良하는 가장 直接的이고 經濟的인 方法으로 널리 알려져 왔다¹²⁾.

흙을 築堤材料로 하는 土木工事에서 흙의 強度를 增大하고 構造物의 安定을 도모하기 위하여 흙의 含水比를 調節하고 適切한 方法으로 다지는 것은 대단히 重要的 것이다.

이러한 흙의 다짐을 위해서 처음 알려진 쉬푸트 로울러(Sheepfoot roller)는 California에서 開發되었으며 1920年代에 와서는 이런 種類의 裝備가 美國에서 普遍化되었다⁸⁾. 또한 表面振動에 의한 다짐이 1930年代初 獨逸에서 처음으로 소개되었다⁸⁾.

道路나 貯水池의 堤塘과 같은 土工에 있어서 흙의 다짐에 關한 問題가 基礎的인 理論에 의하여 確立된 것은 1933年 8월에 R.R. Proctor²⁴⁾에 의해 發表된 Earth Dam 築造를 위한 다짐試驗方法이었으며, 그 뒤로 이에 대한 많은 研究가 活潑히 始作되었다.⁸⁾ 18), 14), 20)

1940年 Porter는 含水比가 큰 高塑性土質에 대한 研究試驗에서 高塑性의 土質은 空隙壓을 받고있기 때문에 만족한 다짐을 하기 어려우며 이를 위해서는 施工時 土層을 얇게 깔고 다짐해야 한다고 하였다²⁾.

Turnbull²²⁾은 乾燥密度에 대한 含水比를 統計學的 確率分布로 다루었다.

우리나라에서는 1964년에 KSF 2312로서 흙의 다짐에 關한 規定이 만들어 졌으며, 堤이나 道路의 다짐에 있어서도 示方基準이 정해지고^{6), 15)} 機械化施工에 따른 現場試驗이 實際土工工事에서 많이 이루어지게 되었다^{7), 10)}. 그리고 흙의 다짐과 透水性에 대한 研究도 많이 이루어졌으나 주로 室內試驗에 의한 것이고, 現場을 中心으로 이루어진것은 秦^{9), 10), 11)}의 研究에서 비롯되며, 尹·金²⁸⁾ 및 尹²⁹⁾의 研究는 實際 堤의 設計 및 施工에 많은 도움을 주었다.

III. 材料 및 方法

1. 築堤材料

各種 다짐裝備에 따른 다짐의 效果를 比較하고 適切한 다짐두께와 다짐回數를 決定하기 위해서는 많은 現場試驗이 要求되나 本研究에서는 26個地區를 選定 現場試驗을 實施하였으며, 그 地域分布는 Fig.1과 같다.

本試驗을 實施한 各地區의 粘土, 盛土材料는 Table.1에 나타남과 같이 여러가지 土質로 分類되나, 그 중에서 粘土는 粘質土(CL), 粘土質 모래(SC), 盛土는 실트質 모래(SM), 실트質細砂(ML),

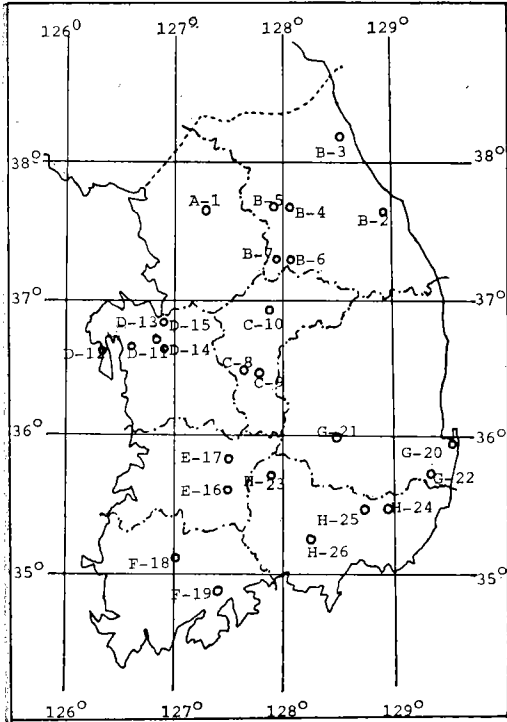


Fig. 1. Location map of projects Where compaction data were obtained for this study

粘土質 모래(SC), 모래質土(SW)가 많이 使用되였다.

2. 現場다짐裝備

本試驗에 使用된 裝備는 現場에 投入된 實際 施工 裝備로서 다음과 같다.

- ① 積載; 파워쇼벨 (power shovel) 또는 백호 (Backhoe) 1臺
- ② 運搬; 덤프트럭 (Dump truck) 3~4臺
- ③ 퍼고르기; 불도자 (Bull dozer) 또는 휠형로더 (Wheel-type loader) 1臺
- ④ 다짐; 地區別로 各各 다르며 裝備現況과 諸元을 살펴보면 Table-2, 3, 4와 같았다.

3. 現場試驗

가. 다짐試驗

다짐試驗은 덤터, 取土場 또는 빈터등 평편하고 넓은 場所가 必要하므로 여기서는 실제 堤塘 盛土 作業을 實施하는 地區를 擇하여 取土場 측을 가지고 直接 現施工부위에서 行하였다.

試驗區를 만들기 위해서 먼저 堤塘施工面을 도자로 평편하게 고른다음, 盛土試驗區는 1個(30cm 敷設두께 2層), 粘土試驗區는 2個(20cm 敷設두께 2

Table-1. Embankment Materials

Material	Soil class	1st			2nd			Total Ratio (%)
		Project	N	%	Project	N	%	
Core	SC	H-23	1	6.7	D-12, C-9, C-10, F-18, B-2, B-4	6	46.1	25.0(26.9)*
	CL	H-24, H-25, H-26 B-2, D-11, D-13 D-14, D-15, G-21 G-22, E-16	11	73.3	A-1, B-5, C-8, G-20, D-11	5	38.5	57.1(57.7)
	ML	B-3, E-17, C-9	3	20	E-17	1	7.7	14.3(11.5)
	GC				E-16	1	7.7	3.6(3.9)
Pervious	SM	H-23, B-3, D-11 E-16, H-24	5	27.8	B-4, B-5, E-16 B-2	4	30.8	29.0(28.6)
	GC	H-25	1	5.5	G-21, D-12	2	15.4	9.7(10.7)
	ML	H-26, D-13, D-14 D-15	4	22.2	C-8, C-10	2	15.4	19.4(21.4)
	SW	B-5, B-7, C-9	3	16.7	C-9	1	7.7	12.9(10.7)
	GP	B-6, B-4	2	11.1				6.4(7.1)
	SC	B-2, G-22, E-17	3	16.7	E-17, E-19, F-18	3	23.0	19.4(17.9)
	CL				D-11	1	7.7	3.2(3.6)

* () ratio changed by elimination of overlapping in 1st and 2nd investigation

Table-2. Compaction Equipment used in the Projects

Province	Equipment											Total			
	Bull dozer		Compactor		Dozer +S.F.R		Vibrating Roller		Tire-Roller		Truck		Numbers		
	1st	2nd	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
A				A-1										1	
B		B-5 B-2	B-4 B-2	B-4 B-2	B-3 B-6 B-5 B-7		B-2	B-2						7	5
C	C-9	C-9			D-11	D-11						C-10		2	4
D		D-12				C-8									1
E		E-17	E-16	E-16					E-17					2	2
F		F-18				F-19									2
G		G-20										G-21		2	2
H	H-26 H-24 H-25 H-23											G-22		4	
Sub- Total(%)	5 29.4	8 47.1	3 17.6	4 23.5	5 29.4	3 17.6	1 5.9	1 5.9	1 5.9			2 11.8	1 5.9	17 100	17 100
Total (%)	13(12)* 38.2 (42.8)		7(4) 20.6 (14.3)		8(7) 23.5 (25.0)		2(1) 5.9 (3.6)		1(1) 3.0 (3.6)		3(3) 8.8 (10.7)		34(28) 100 (100)		

* () number of projects and the ratio changed by elimination of overlapping in 1st and 2nd investigation

Table-3. Dimension and Size of the various Equipment used for Compaction

Equipment Type	Dimension						
	Weight (T)	Length (m)	Width (m)	Drum-Dia. (m)	Foot-Numbers	Length of 1 foot (cm)	End Area per Foot (cm ²)
Bull dozer	13	2.27	1.0				
"	19	2.6	0.56×2				
"	"	2.27	"				
"	"	2.8	"				
Tire Roller	9		2.2				
Compactor	19		2.0		240	16.8	144
"	32		2.24		280		150
V-Roller	8		2.0	1.5			
Truck	8		0.5×2	1.07			

Table-4. Dimensions of(bull dozer) pulled sheepfoot roller

Project	Weight(T)	Drum-Dia (m)	Foot Number	End Area per foot (cm)	Width(m)	Foot Length (cm)	Remark
B-7	1	1.0	112	33	1.0		

유탄층토의 현장다짐에 관한 연구

C-9	1	1.0	88	38	1.05		
B-3	2	1.0	240	28	1.0		
B-5	2	1.0	88	33	1.25		
B-6	2	1.0	240	33	1.0		
D-11	5	1.05	120	44	1.8	23	Vibrating
C-8	5	1.3	126	38	1.9	18	

層)을 設置하였다.

이 試驗區위에서 다짐이 끝난후 規定回數를 完全히 通過했다고 생각되는 場所를 選擇 各區當 試驗孔을 2個以上 現場密度를 測定하였다.

나. 現場土質試驗

(1) 密度試驗

試驗後의 密度測定은 各區當 2個以上의 試驗孔에 對하여 實施하였으며, 測定方法은 모래치환법(Sand Cone Method; KSF 2311)에 의함을 原則으로 하였다. 이때 試驗孔의 크기는 直徑 16.5cm, 深度 15~30cm로 하였다.

(2) 透水試驗

現場透水試驗은 粘土에서만 實施하였으며 그 位置는 密度測定結果 所定의 다짐率이 얻어진 試驗孔에서 現場簡易測定方法¹⁷⁾으로 實施하였다.

透水係數 算定公式은 다음과 같다.

$$K = \frac{Q}{2\pi H^3} \left[H \log_e \left\{ \frac{H}{r} + \sqrt{1 + \left(\frac{H}{r}\right)^2} \right\} - \sqrt{r^2 + H^2} + r \right]$$

위 公式에서 K는 透水係數, Q는 一定注入量, H

는 물길이, r는 孔半徑을 나타낸다.

4. 室內試驗

가. 土質分類 試驗

모든 試料는 比重試驗(KSF2308), 粒度分析試驗(KSF2302), 液性限界(KSF2303) 및 塑性限界 試驗(KSF2304)을 施行하고, 統一畚分類法(KSF2324)에 따라 分類하였다.

나. 다짐試驗

다짐試驗은 KSF2312의 A-1方法으로, Proctor標準다짐試驗과 같으며 몰드의 容積은 944cm³, Rammer의 重量은 2.5kg, 落下高 30cm이며, 每層 25回씩 3層다짐으로써 다짐 Energy는 5.96kg-cm/cm²이었다.

IV. 試驗結果 및 考察

1. 築堤材料

現場에서 使用된 築堤材料의 室內土質試驗結果는 Table-5와 같다.

Table-5. Physical Properties of Soil

Material	Project	Grain Size(%)				Atterberg Limits			Coeff. of Permeability (cm/sec)	Specific Gravity
		Clay	Silt	Sand	Gravel	L.L	P.L	PI		
Core	A-1	31.8	37.0	31.20	—	36.4	22.0	14.4	—	2.649
	B-4	18.95	10.79	65.03	5.23	31.9	20.6	11.3	6.42×10 ⁻⁷	2.707
	B-5	23.33	35.53	38.35	2.79	36.2	22.1	14.1	1.93×10 ⁻⁶	2.736
	C-8	65.8	31.5	2.7	—	50.0	20.4	29.6	—	—
	C-9	22.4	28.5	49.1	8.0	34.4	18.1	16.3	—	—
	C-10	16.0	24.7	59.3	—	30.0	21.2	8.8	—	—
	D-11	20.0	38.0	42.0	—	39.0	26.0	13.0	—	2.58
	D-12	5.84	19.36	47.70	27.0	48.6	26.4	22.2	—	2.58
	E-16	12.5	26.7	38.6	22.2	36.4	22.8	13.6	4.36×10 ⁻⁷	2.610
	E-17	9.7	52.2	35.7	2.4	42.7	23.1	19.6	—	2.692
Pervious	F-18	9.55	29.89	34.32	26.24	30.3	19.7	10.6	—	2.624
	F-19	9.25	48.95	41.80	—	38.2	22.5	15.7	—	2.661
	B-4	8.83	37.57	41.99	11.61	30.2	22.7	7.5	1.09×10 ⁻⁵	2.675
	B-5	14.02	19.59	44.33	22.06	27.3	19.5	7.8	1.02×10 ⁻⁵	2.789

Pervious	C-8	27.2	24.0	48.8	—	25.2	19.4	5.8	—	—
	C-9	—	11.0	73.0	16.0	29.98	NP	NP	—	—
	C-10	9.0	41.96	49.04	—	32.5	26.6	5.9	—	—
	D-11	16.0	27.50	56.5	—	31.4	23.7	7.7	—	2.61
	D-12	1.68	6.90	33.40	58.0	25.8	16.9	8.9	—	2.64
	E-16	1.60	12.40	49.8	32.2	34.8	18.6	16.2	—	2.79
	E-17	5.9	58.9	34.1	1.1	42.9	28.4	14.5	—	2.669
	F-18	12.0	20.64	29.80	37.56	28.2	19.0	9.2	—	2.597
	F-19	7.55	37.79	52.66	—	37.4	22.1	15.3	—	2.638

2. 設計와 實際 現場施工裝備

當初 設計時 計劃된 裝備와 實際 現場에서 使用된 裝備를 보면 Table-6과 같다.

Table-6. Equipment specified in the design phase and used practically in the field

Equipment	Field		Design	
	Number of Projects	%	Number of Projects	%
Bull dozer	12	42.8	2	2
Tire-Roller	1	3.6	41	47
Compactor	4	14.3	6	7
V-Roller	1	3.6		
Dozer+S.F.R	7	25.0	39	44
Truck	3	10.7		
Total	28	100	88	100

Table-6에서 보는 바와 같이 計劃에서는 Tire Roller(47%), 견인 슈푸트 로울러(44%)가 가장 많으나, 實際 現場에서는 도차(42.8%), 견인 슈푸트 로울러(25%), 自走式 콤팩타(14.3%)順으로 되어 있어 相當한 差異가 있었다.

3. 最適含水比와 最大乾燥密度와의 關係

各 試料의 土質別 最大乾燥密度 및 最適含水比를 圖示하면 Fig.2-1 및 Fig.2-2와 같다.

最大乾燥密度를 나타내는 最適含水比는 粘土에서 15~25% (91%), 盛土에서는 15~20% (74%)範圍에 大部分 속하였으며, 이의 關係는 Fig.2-1과 Fig.2-2에서 보는 바와 같이 $\gamma_{dmax}(core) = 2.2555 - 0.0284W_{opt}$, $\gamma_{dmax}(Pervious) = 2.239 - 0.028W_{opt}$ 의 直線의인 關係式으로 나타낼 수 있다. 이때의 相關係數는 각각 $r = -0.872$, $r = -0.8797$ 이다.

또한 土質別 平均 最適含水比 및 最大乾燥密度를 보면 細粒質이 粗粒質보다 含水比가 약간 کم을 알

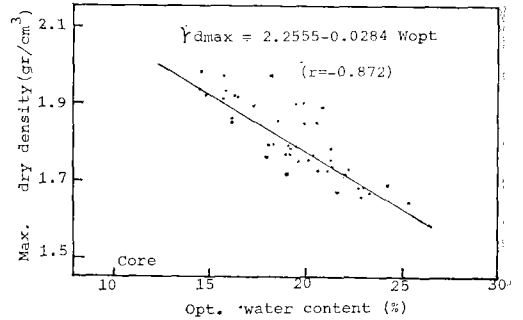


Fig. 2-1. Relationship between opt. water content and max. dry density

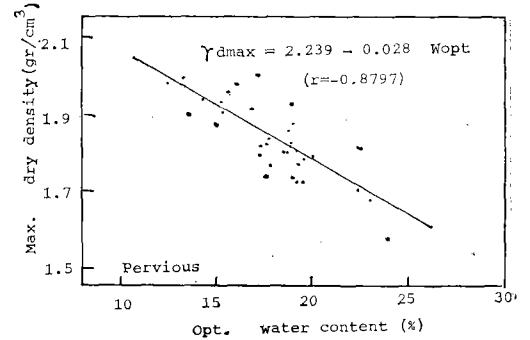


Fig. 2-2. Relationship between opt. water content and max. dry density

수 있으며, 이를 土質別로 分類하면 Table-7과 같고, 圖示하면 Fig.3-1~Fig.3-5와 같다.

Table-7. Average optimum water content and maximum dry density with soil types.

Soil Class	CL	ML	SC	GC	SM	GP	SW
Wopt	19.79	19.76	17.75	17.91	17.24	15.88	11.53
γ_{dmax}	1.699	1.682	1.751	1.692	1.763	1.670	1.850

Fig.2-1~Fig.2-2와 Fig.3-1~Fig.3-5를 살펴 볼 때 含水比가 많은 편으로, 이에 따라서 乾燥密度는 작은 값을 보여준다. 盛土管理는 普通 密度(值)를

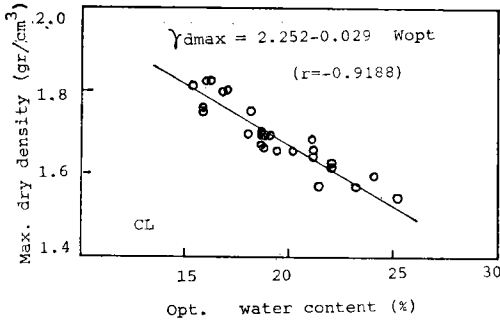


Fig. 3-1. Relationship between opt. water content and max. dry density

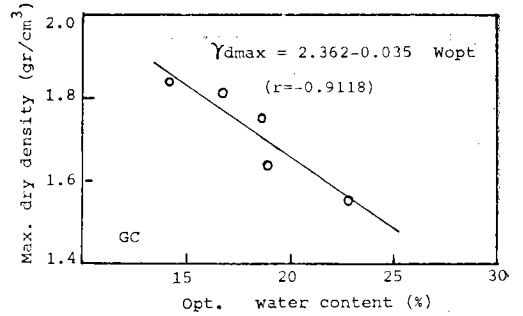


Fig. 3-5. Relationship between opt. water content and max. dry density

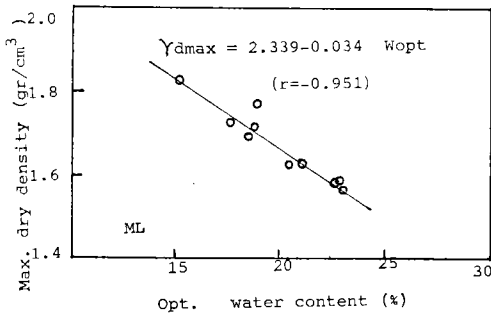


Fig. 3-2. Relationship between opt. water content and max. dry density

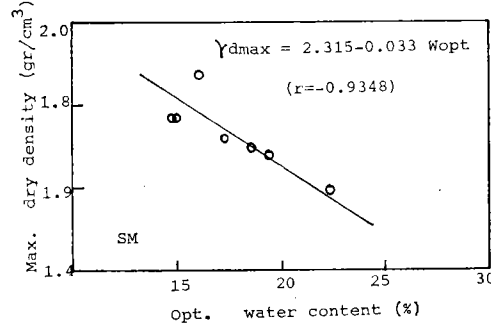


Fig. 3-3. Relationship between opt. water content and max. dry density

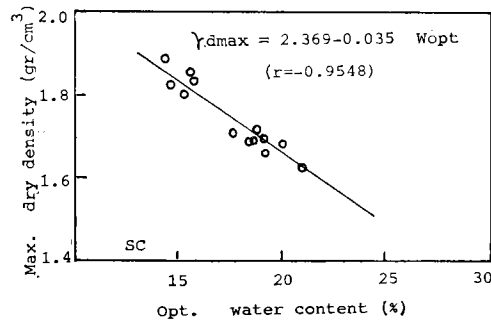


Fig. 3-4. Relationship between opt. water content and max. dry density

根據로 行하고 있는데, Fig.3-1에서 Fig.3-5까지의 結果를 볼때, 土質間的 含水比에 따른 密度變化率은 거의 차이가 없음을 보여주고 있으나, 어느 土質에서든 含水比가 클수록 乾燥密度는 작아지고 反對로 含水比가 작으면 密度는 增加됨을 나타내 주고 있다.

Bassel¹⁾도 다짐에 影響을 주는 含水比는 特히 重要한 因子로 너무 부족한 것 또는 過多한 것은 피해야 한다고 強調하였다.

그러므로 現場에서 盛土時의 含水比는 最適含水比보다 약간 낮게하고, 일반적으로 높은 含水比의 경우 다짐裝備는 가볍고 foot의 面積이 큰 것을 使用하도록 하여야 한다.

4. 機種, 土質, 壓는 두께, 다짐回數와 다짐率(密度)의 關係

機種, 土質, 壓는 두께, 다짐回數와 다짐率의 關係를 나타내면 Fig.4-1.~Fig.4-9와 같다.

Fig.4-1~Fig.4-9에서 土質種類는

● GP, △ SC, ■ GC, × ML, ▲ SW, ○ CL, □ SM로 나타내었다.

가. 다짐回數와 密度(다짐率)와의 關係를 보면 回數가 增加함에 따라 土의 密度가 增加한다.

Whitman²⁾은 어느 깊이에도 다짐密度는 로울러의 通過回數에 따라 增加하지만 5回後에 뚜렷한 密度增加를 얻기 위해서는 많은 回數의 다짐이 더 要求된다고 하였다.

本 試驗結果에서 볼때 6-8回까지는 相當히 增加하나 10回以上이 되면 鈍化됨을 보여주었다. 特히 粘土 CL은 密度 增加面에서 다른 土質보다 1~2回程度 더 다져야 하며, 土質에 따라서 다르나 一般的으로 粘土 다짐率 98%, 盛土 다짐率 95%를 基準할 때 盛土에서는 8回, 粘土에서는 10回以上의 다

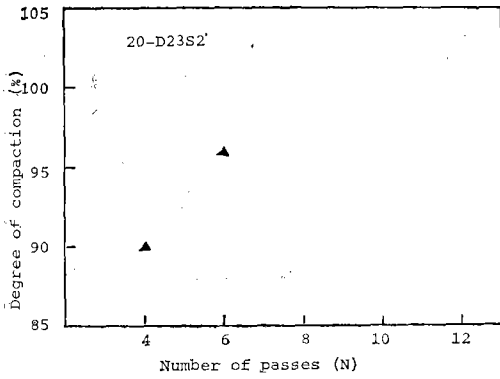


Fig. 4-1. Relationship among soil type, number of passes and degree of compaction

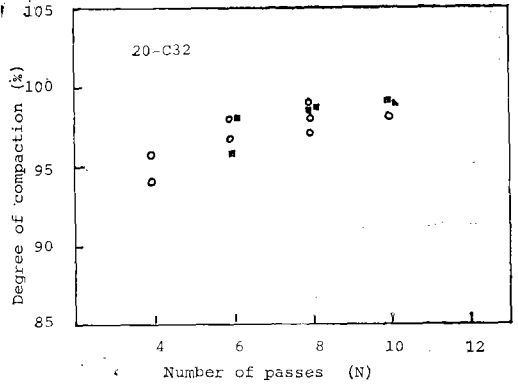


Fig. 4-4. Relationship among soil type, number of passes and degree of compaction

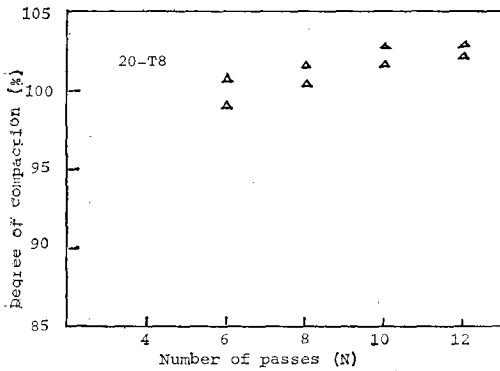


Fig. 4-2. Relationship among soil type, number of passes and degree of compaction

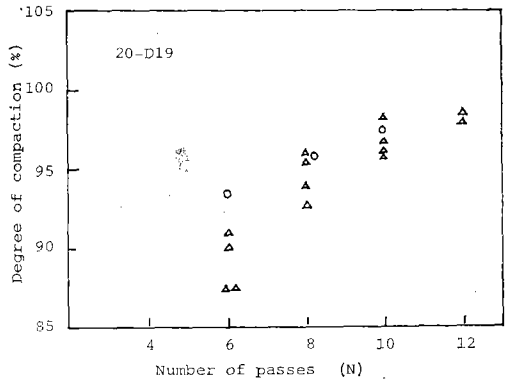


Fig. 4-5. Relationship among soil type, number of passes and degree of compaction

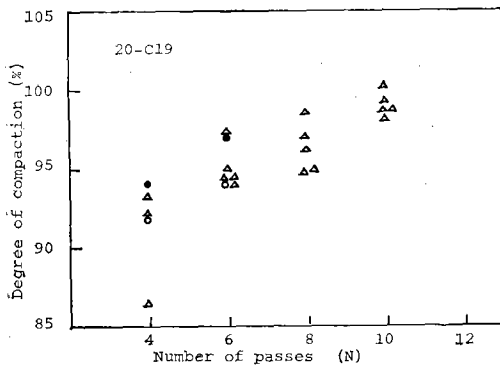


Fig. 4-3. Relationship among soil type, number of passes and degree of compaction

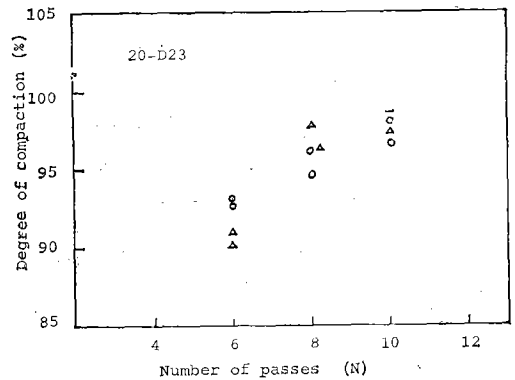


Fig. 4-6. Relationship among soil type, number of passes and degree of compaction

짐이 要求되어, 9 inch로 깔고 Rubber-tire roller로 6회다짐으로 95%의 다짐率을 얻은 Wilson¹⁰⁾의 試驗結果와 비슷하였다.

나. 壓는 두께 20cm와 30cm의 다짐回數 增加에

다른 다짐效果를 보면 얇게 깔고 다지는 것이 적은 回數에서 基準値에 빨리 接近하나, 回數를 增加할 수록(10~12回) 이 差異는 줄어들어 나중에는 서로 비슷하여 뚜렷한 差異를 보여 주지 않는다.

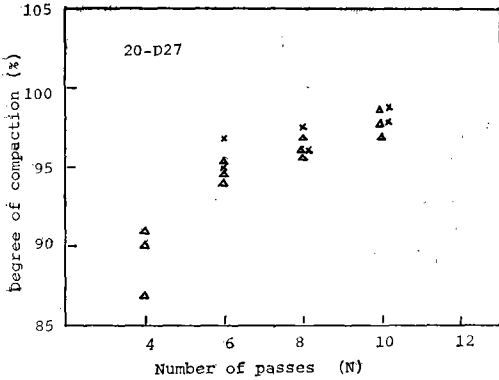


Fig. 4-7. Relationship among soil type, number of passes and degree of compaction

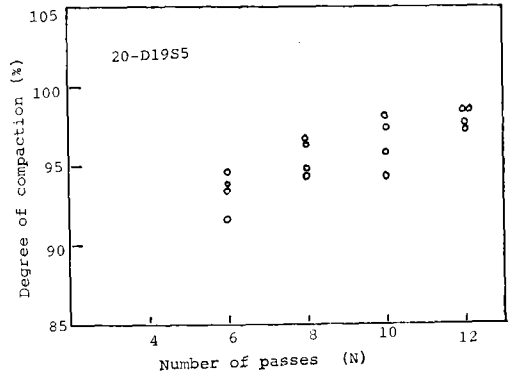


Fig. 4-9. Relationship among soil type, number of passes and degree of compaction

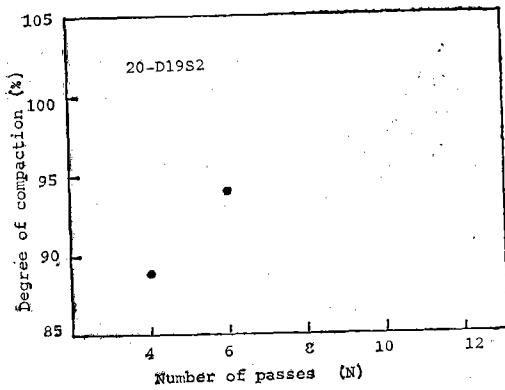


Fig. 4-8. Relationship among soil type, number of passes and degree of compaction

단지 盛土의 30cm 다짐은 粘土에 비해 回數增加에 따라서 相當한 變化를 볼 수 있었다.

다. Fig.4-1~Fig.4-9에서 다짐率 粘土 98%, 盛土 95%를 만족시켜 줄 수 있는 機種, 土質, 脣은 두계別 다짐回數를 綜合하여 보면 Table-8과 같다.

여기서 보면 重量이 가벼운 裝備은 他裝備에 비해 回數의 增加가 더 必要함을 알 수 있었다.

또한 踐인用 脣프트로올러가 가벼운 것은 8-10회에서 95%의 다짐率은 나오나 98%의 다짐을 얻기에는 힘드는 것으로 나타났다.

5. 現場透수係數

現場透수試驗 結果는 Table-9와 같다.

Table-8. Number of Passes in accordance with Soil Type, Equipment and Spreading Thickness

Equip.	Compaction Ratio, 95% (98%)						
	GP	GC	SW	SM	SC	ML	CL
T8					20-6(6)* 30-6(8)	30-6(8)	30-6(9)
TR9					30-8		
VR8				30-8(10)	30-6		
C19	20-6 30-6(8)			30-8(10)	20-8(10) 30-8(12)		30-8
C32		20-6(8) 30-6(10)		30-8(10)			20-6(8) 30-6(8)
D19		30-8(12)	30-8(12)		20-10(12) 30-12	30-8	20-8 30-10

D33				20-8 30-10		20-8 30-10
D27			30-8	20-8 30-10	20-6(10)	
D13 S2			30-8		30-8	
D13 S5				30-10		
D19 S2	30-9(10)					
D19 S5					30-6(10)	20-8(12) 30-8(12)
D23 S1			30-8(10)			
D23 S2			20-6 30-(9)			

* Spreading thickness-number of passes in 95% compaction ratio(98%)

Table-9. Results of Field Permeability Test

Project	Soil Class	Spread Thick.	Permeability (cm/sec)
A-1	CL	20cm	3.0×10^{-6}
B-2	SC	20cm	1.6×10^{-6}
		30cm	2.2×10^{-6}
C-8	CL	20cm	1.2×10^{-6}
		30cm	1.3×10^{-6}
C-9	SC	20cm	3.0×10^{-6}
		30cm	3.3×10^{-6}
C-10	SC	20cm	2.0×10^{-6}
		20cm	2.4×10^{-6}
		30cm	2.2×10^{-6}
F-18	SC	20cm	1.9×10^{-6}
		30cm	2.0×10^{-6}

이를 透水係數面에서 比較해 보면 現場試驗에서의 透水係數는 $A \times 10^{-6} \sim 10^{-8} \text{cm/sec}$ 로 Table-5의 室內試驗에서 求한 透水係數 $B \times 10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$ 보다 10배程度 크게 나타났다.

이는 現場試驗 透水係數가 室內試驗의 垂直透水에 비해 水平 및 垂直으로 浸透된 結果로 考慮되어 진다.

V. 摘要

本 研究는 埤塘을 築造함에 있어서 中心粘土 및 一般盛土의 施工時 다짐裝備에 의한 다짐方式과 다짐效果를 分析하여 앞으로 다짐에 대한 一般의 設計基準에 指針은 물론, 現在 現場에 投入된 裝備를 最

大限으로 活用하여 經濟적이고 安定된 構造物을 만들 수 있도록 함에 그 目的을 둔바 그 主要結果는 다음과 같다.

1. 築堤材料는 粘土에서 CL, SC, ML, 盛土에서는 SM, ML, SC가 가장 많이 使用되었다.

2. 設計에 提示된 裝備와 實際 現場에서 使用되는 裝備를 比較할때, 設計上裝備는 Trieroller, 견인 슈푸트로올러로 많이 計劃되었으나 現場에서는 도차, 견인 슈푸트로올러, 콤팩터, 트럭 등 多樣하였으며, 특히 Tire roller는 實際 現場에서 거의 使用되고 있지 않음을 알았다.

3. 粘土, 盛土別 最適含水比와 最大 乾燥密度와의 關係를 볼때, 含水比 10~25% 範圍에서 코어材料는 $\gamma_{dmax} = 2.2555 - 0.0284W_{opt}$, 盛土材料는 $\gamma_{dmax} = 2.239 - 0.028W_{opt}$ 의 直線의인 關係式으로 나타낼 수 있었으며, 相互間의 含水比에 따른 密度變化率은 큰 差異가 없었다.

4. 基準다짐率에 따른 모든 機種, 土質을 고려한 다짐回數를 보면 一般적으로 盛土(95%)에서는 20cm 펴는 두께일때 6~8회, 30cm일 때는 8~10회, 코어(98%)에서는 펴는 두께 20cm일때 8~10회, 30cm일 때는 10~12회程度의 다짐이 要求되었다.

5. 트럭의 다짐은 集中荷重에 의한 接地壓이 커서 다짐이 잘 되나, 이는 局部的인 것으로 스펀지 現象이 크고 層이 形成될 우려가 많으며, 특히 큰 다짐이 어려워 使用하지 않음이 좋다.

6. 現場試驗透水係數는 室內試驗의 垂直變化에 비해 水平 및 垂直으로 浸透된 結果로 室內試驗透水係數 $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$ 의 10배程度 크게 나타났으

나, 이는 다짐率面에서 볼때 實際 現場에서 適用될 수 있는 數値로 받아들일 수 있을 것이다.

參 考 文 獻

1. Bassel, Burr(1907): Earth Dams. Engineering News Publishing Co. New York
2. Burmister D.M.(1964): Environmental Factors in Soil Compaction. ASTM. Special Technical Publication. No.337.
3. D.J. D' Appolonia, R.V. Whitman and E. D' Appolonia (1969): Sand Compaction with Vibratory Rollers. Vol.95, No. SM1, Jan., pp.263-284.
4. Elwyn E. Seelye(1966): Foundation Design and Practice. John Wiley and Sons, Inc. 13-31.
5. Gregory P. Tschebotarioff(1973): Foundations Retaining and Earth Structures (Second Editions) Mc. Graw-Hill. pp.209
6. 建設部(1968): 高速道路工事 共通示方書 pp.29.
7. 建設部(1970): 南江 多目的댐 工事誌, 9-11~9-30.
8. 久野悟郎(1962): 土의 締固. 技報堂全書 57. pp. 1~3, pp.44-100.
9. 秦柄益(1965): Earth and Rock-Fill Dam의 心壁材料에 關한 實驗的 研究. 大韓土木學會誌 Vol.13, No.3, pp.2-6.
10. " (1971): Fill Dam 心壁의 다짐에 關한 研究. 大韓土木學會誌 Vol.19, No.3, pp.22-31.
11. " (1975): Fill Dam의 機械化 다짐施工에 關한 研究. 大韓土木學會誌 Vol.23, No.2, pp. 91-102.
12. Kenneth L. Lee and Steven C.Haley(1968): Strength of Compacted Clay at high Pressure. ASCE Vol.94, No. SM6, pp.1303-1332.
13. L.J. Goodman, A.R. Aidum and C.S. Grove (1965): Soil Surface Compaction with a Foam-Type Explosive. ASCE Vol.91, No. SM1, Jan. pp.143-165.
14. Matyas E.L.(1967): Air and Water Permeability of Compacted Soils. ASTM, Spec. Pub. No.417
15. 農林部(1968): 土地改良事業 設計基準(유텔編) pp.318-325.
16. 農水産部, 農業振興公社(1979): 榮山江開發 pp. 194-207.
17. 農業振興公社(1978): 品質管理指導書 pp.253-256.
18. Proctor, R.R.(1933): Fundamental Principles of Soil Compaction. Engineering News Record. McGraw-Hill Publishing Co., Inc., New York. Vol. III, No.9, 10, 12, and 13
19. Stanley D. Wilson and David Marans(1968): Performance of Muddy Run Embankment. ASCE Vol.94, No. SM4, pp.859-881.
20. Terzaghi K. and R.B. Peck(1968): Soil Mechanics in Engineering Practice. John Wiley and Sons. Inc. pp.36-63, 440-459.
21. U.S. Department of the Interior bureau of Reclamation(1974): Earth Manual. A water Resources Technical Publication (Second Edition) pp.253-257.
22. W.J. Turnbull, J.R. Compton and R.G. Ahlvin (1966): Quality Control of Compacted Earth Work. Jour., ASCE Vol.92 No. SM1, pp.93-103.
23. 尹忠燮, 金周範(1979): Fill Dam의 機械碾壓效果에 關한 研究. 韓國農工學會誌 Vol.21, No. 3, pp.92-103.
24. 尹忠燮(1981): 透水性 盛土材料의 機械다짐에 關한 研究. 韓國農工學會誌 Vol.23, No.3, pp. 65~77.