

흙의 다짐에 관한 研究(第4報)

— 흙의 다짐이 一軸壓縮強度 및 透水係數에 미치는 影響 —

Study on the Soil Compaction (Part 4)

— The Influence of Soil Compaction on Unconfined
Compressive Strength and Coefficient of Permeability —

姜 义 默
Yea Mook Kang

Summary

In order to the influence of grain size distribution on compressive strength and coefficient of permeability, unconfined compression test and permeability test were performed for seventy samples that have various grain-size distributions. Its results are as follows:

1. Maximum unconfined compressive strength appears at the dry side of optimum moisture content.

2. Unconfined compressive strength is proportional to the increase of percent passing of No. 200 sieve.

3. Percent of deformation in failure increases in proportion to the increase of percent passing of No. 200 sieve, and modulus of No. 200 sieve, and modulus of deformation also increases in proportion to percent passing of No. 200 sieve.

4. Unconfined compressive strength increases in proportion to uniformity coefficient, liquid limit and plastic index, but it decreases gradually according to the increase of coefficient of grading and classification area.

5. Maximum dry density decreases according to the increase of void ratio.

6. Coefficient of permeability decreases according to the increase of percent passing of No. 200 sieve, and when percent passing of No. 200 sieve, and when percent passing of No. 200 enlarged more than 40 %, it becomes less than 10^{-6} cm/sec which is the limit of coefficient of permeability of core material for earth dam proposed by Lee.

7. Coefficient of permeability increases according to the increase of coefficient of grading,

classification area and index of Talbot formula r , but it was rather decreases by the increase of uniformity coefficient.

8. Coefficient of permeability seems to depend on the size and the shape of the flow path which is a series of void to be concerned by the size and the proportion of soil grain, even though void ratios are same.

I. 緒 論

第1報⁽⁶⁾, 2報⁽⁷⁾, 3報⁽⁸⁾에서는 흙의 粒度配合이 다짐效果에 미치는 影響에 對한 試驗을 하였고 本報에서는 다짐 흙의 性質이 壓縮強度 및 透水係數에 미치는 影響을 調査하기 爲하여 70種類의 試料(1, 2, 3報에서 사용한 試料와 同一함)에 對하여 다짐試驗, 一軸壓縮試驗 그리고 透水試驗을 하였다.

基礎나 盛土에 關한 問題를 取扱함에 있어서 흙의 剪斷強度를 必要로 하는 경우가 많다. 흙의 強度를 求함에는 直接 剪斷試驗, 三軸壓縮試驗, Vane 試驗 및 一軸壓縮試驗이 現在 利用되고 있다.

흙의 一軸壓縮強度는 粘質土의 剪斷強度 및 銳敏比 그리고 應力과 變形과의 關係를 아주 簡單히 求할 수 있는 것으로 實用성이 높은 重要한 試驗으로 되어 있다.⁽¹⁰⁾

粘質土의 剪斷強度를 粘着力과 內部摩擦角으로 明確히 分離하는 것은 困難한 일이며 實際의 問題로서는 全剪斷強度를 取扱하는 것이 實用的인 面에서 妥當하리라고 生覺된다.

理想的으로 다져진 흙이면 壓縮強度가 增大되는 同時에 空隙이 減少되므로 因한 透水係數의 減少를 期待할 수 있으나 空隙의 量을 나타내는 間隙比에만 透水係數가 左右된다고 生覺할 수는 없다.

空隙의 連續을 하나의 管으로 生覺할 때 이 細管을

호르는 물은 管의 크기와 形에 依해서 크게 影響된다⁽²³⁾
이 空隙의 크기나 形態는 흙의 粒度配合 및 다지는
方法에 依하여 影響되는 것으로 本試驗에서는 다짐 方法을
同一하게 하여 粒度를 規定하는 여러가지 係數와
一軸壓縮強度 및 透水係數와의 關係를 求하였다.

II. 研究 內容

1. 使用材料

試料는 1報, 2報 및 3報에서 使用한 試料와 같다.

2. 試驗方法 및 使用機械器具

가. 壓縮試驗

壓縮試驗機는 Proving Ring의 容量이 100 kg,
strain 測定用 Dial Gauge는 容量 10 mm, 精密度 1/100
mm의 것을 使用하였다.

壓縮試驗用 試料는 Davidson⁽²²⁾, Tamez⁽²⁴⁾, Mysl-

ivei⁽¹⁶⁾ 등이 使用한 方法을 應用해서 다짐 mold의 內
容積 150.87cm³, Rammer의 重量 984 g, 落下高
25.86 cm로 하여 3層 12回씩 다져서 使用하였다. 勿
論 Compaction Energy는 12,375 ft-lb/ft³로 固定하
였다.

나. 透水試驗

透水試驗은 變水位透水試驗을 하였고 試料斷面積은
16.47cm², 길이 7.75 cm로 하여 12,375 ft-lb/ft³의
Compaction Energy로 다져서 內徑 5 cm의 透水圓
筒에 넣고 空隙을 paraffin으로 充填하여 圓筒과 試料
사이에 透수를 遮斷하였다.

3. 試驗結果

上記 試驗器具를 使用하여 흙의 一軸壓縮試驗 및 透
水試驗을 한 結果를 要約하면 表-1과 같다.

< 表-1 >

흙의 一軸壓縮試驗 및 透水試驗結果

試料番號	最適含水比 (%)	最大乾燥密度 (g/cm ³)	一 軸 壓 縮 試 驗						透 水 試 驗		
			含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	壓縮強度 (kg/cm ²)	變形率 (%)	變形係數 E ₅₀	變形係數 E _{2.5}	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	透水係數 cm/sec
A-1-5	12.7	1.920	12.76	1.845	0.630	3.10	18.75	22.40	12.29	1.884	4.34×10 ⁻⁹
B-2-1	11.6	1.920	4.78	1.879	0.059	2.25	5.35	1.60	5.14	1.856	1.03×10 ⁻⁹
B-2-2	11.0	1.982	5.73	1.899	0.360	2.70	9.73	12.80	5.30	1.904	4.79×10 ⁻⁴
B-2-3	11.0	1.968	9.17	1.919	1.021	3.37	23.02	27.20	9.30	1.928	8.23×10 ⁻⁰
B-2-4	14.0	1.894	13.66	1.919	1.390	5.50	23.70	22.00	12.82	1.924	1.28×10 ⁻⁷
B-2-5	16.0	1.808	16.53	1.803	1.567	5.44	31.32	31.32	15.67	1.836	1.45×10 ⁻⁷
C-3-1	10.7	1.994	5.23	1.877	0.216	3.70	4.58	4.64	5.06	1.850	2.38×10 ⁻³
C-3-2	10.8	1.992	7.92	1.965	0.516	2.80	24.07	19.52	7.14	1.989	5.63×10 ⁻⁵
C-3-3	11.5	1.972	11.87	1.979	1.170	4.00	27.38	25.60	11.51	1.968	7.99×10 ⁻⁸
C-3-4	13.6	1.882	16.15	1.803	0.786	7.25	10.91	8.96	15.59	1.803	3.78×10 ⁻⁸
C-3-5	15.5	1.806	15.92	1.818	1.743	5.60	31.13	28.80	16.58	1.815	6.5×10 ⁻⁸
D-4-1	10.8	2.012	8.56	1.965	0.548	2.90	13.71	18.40	7.21	1.980	5.10×10 ⁻⁵
D-4-2	11.2	1.989	10.34	2.019	0.825	2.95	24.29	30.00	10.31	2.074	1.58×10 ⁻⁶
D-4-3	12.3	1.940	10.91	1.948	1.231	2.533	49.67	49.20	10.46	1.968	6.69×10 ⁻⁷
D-4-4	14.3	1.842	15.41	1.838	1.200	6.57	16.66	15.20	14.62	1.873	3.99×10 ⁻⁷
D-4-5	15.3	1.812	16.31	1.806	1.554	4.68	39.42	41.20	16.22	1.814	6.37×10 ⁻⁸
A-5-5	15.2	1.682	9.79	1.612	0.082	3.29	3.88	2.88	8.08	1.631	4.71×10 ⁻³
B-5-5	13.2	1.836	6.19	1.754	0.047	1.75	12.00	1.76	5.82	1.747	1.96×10 ⁻²
C-5-5	14.8	1.777	8.91	1.716	0.077	2.49	2.56	3.08	9.05	1.753	1.78×10 ⁻²
A-10-5	14.2	1.692	9.61	1.609	0.083	2.23	5.25	3.30	9.44	1.640	3.52×10 ⁻²
B-10-5	13.2	1.841	5.91	1.771	0.035	1.49	2.95	1.40	5.98	1.745	3.98×10 ⁻²
C-10-5	14.8	1.788	7.12	1.813	0.083	2.25	5.18	3.28	7.58	1.733	3.61×10 ⁻³
A-5-15	12.8	1.816	10.79	1.753	0.277	3.99	9.85	8.80	10.92	1.766	1.75×10 ⁻⁴
B-5-15	12.5	1.928	7.12	1.819	0.245	1.51	24.51	8.00	6.97	1.831	5.49×10 ⁻³
C-5-15	13.0	1.914	10.43	1.896	0.322	2.59	14.00	12.80	10.20	1.891	1.96×10 ⁻³
A-10-15	12.9	1.852	10.07	1.734	0.300	3.99	6.11	6.32	9.78	1.749	1.75×10 ⁻⁴
B-10-15	11.8	1.921	8.62	1.616	0.160	2.58	69.47	6.24	7.94	1.858	1.29×10 ⁻²
C-10-15	12.3	1.933	11.04	1.922	0.311	3.29	8.18	9.52	10.50	1.929	3.70×10 ⁻⁴

試料番號	最適 最大乾		一 軸 壓 縮 試 驗						透 水 試 驗		
	含水比 (%)	燥密度 (g/cm ³)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	縮強度 (kg/cm ²)	變形率 (%)	變形係數 E ₅₀	變形係數 E _{2.5}	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	透水係數 (cm/sec) ⁻¹
A-5-25	12.8	1.936	12.08	1.904	1.172	3.96	21.70	19.00	11.30	1.873	2.29×10 ⁻⁷
B-5-25	11.0	1.980	8.53	1.918	0.981	2.96	30.65	36.80	8.31	1.931	5.89×20 ⁻⁷
C-5-25	11.1	1.970	10.24	1.984	1.380	3.93	25.08	22.00	9.76	1.920	2.95×10 ⁻⁶
A-10-25	12.8	1.924	12.84	1.897	1.010	4.12	26.57	29.20	12.17	1.935	2.17×10 ⁻⁷
B-10-25	10.8	1.996	9.36	2.006	0.943	2.95	29.46	34.80	9.56	2.010	2.78×10 ⁻⁴
C-10-25	10.1	2.009	9.62	1.965	1.513	3.25	37.81	46.00	9.02	1.968	4.50×10 ⁻⁶
A-5-35	12.6	1.948	12.25	1.931	1.681	5.83	32.33	32.00	12.27	1.976	3.33×10 ⁻⁸
B-5-35	10.9	1.979	10.36	1.886	1.819	2.57	79.09	72.40	9.15	1.902	3.91×10 ⁻⁶
C-5-35	11.0	1.970	11.01	1.952	1.980	5.10	37.34	35.20	10.33	1.960	1.21×10 ⁻⁷
A-10-35	12.3	1.918	12.07	1.610	1.951	4.37	46.57	51.20	11.50	1.925	2.55×10 ⁻⁷
B-10-35	11.0	1.991	9.69	1.891	1.755	1.79	117.00	68.80	8.52	1.921	3.30×10 ⁻⁶
C-10-35	11.4	1.964	11.36	1.970	1.770	5.20	34.03	31.53	10.57	1.991	4.98×10 ⁻⁶
A-5-45	12.9	1.902	12.62	1.842	2.527	3.99	90.28	88.00	12.00	1.861	2.92×10 ⁻⁷
B-5-45	12.7	1.918	12.43	1.840	2.336	4.06	93.44	82.00	10.64	1.933	7.49×10 ⁻⁸
C-5-45	12.1	1.914	11.74	1.868	2.660	2.95	126.60	103.60	11.10	1.890	2.54×10 ⁻⁷
A-10-45	13.4	1.900	12.31	1.865	2.659	4.39	102.30	88.80	12.09	1.901	9.67×10 ⁻⁸
B-10-45	12.9	1.922	12.72	1.953	1.803	6.62	40.97	40.80	11.32	1.938	2.63×10 ⁻⁷
C-10-45	12.4	1.930	12.21	1.913	1.410	4.34	80.87	75.20	11.30	1.964	1.39×10 ⁻⁷
A-5-55	14.5	1.862	14.19	1.869	2.796	7.72	58.25	57.60	14.22	1.859	3.47×10 ⁻⁸
B-5-55	14.3	1.870	13.76	1.859	2.247	4.37	86.46	76.00	11.99	1.889	4.31×10 ⁻⁸
C-5-55	13.7	1.873	12.97	1.847	2.470	4.14	77.16	77.60	12.95	1.901	7.93×10 ⁻⁸
A-10-55	14.0	1.874	14.73	1.820	2.393	5.03	95.76	80.00	13.87	1.851	2.83×10 ⁻⁸
B-10-55	12.7	1.890	13.65	1.872	2.723	5.19	87.84	84.00	12.61	1.865	4.71×10 ⁻⁸
C-10-55	13.9	1.847	14.62	1.873	1.833	6.20	45.80	44.00	13.44	1.907	1.38×10 ⁻⁷
A-10-15	14.0	1.866	10.60	1.750	0.253	2.93	9.39	9.60	9.65	1.787	6.62×10 ⁻⁷
A-20-15	12.2	1.954	9.54	1.839	0.333	2.89	12.82	9.36	9.55	1.852	2.00×10 ⁻⁵
A-30-15	10.4	2.020	8.37	19.27	0.351	2.96	10.29	12.32	9.06	1.918	5.97×10 ⁻⁵
A-40-15	9.3	2.079	6.95	2.046	0.555	2.22	20.56	22.00	7.24	1.965	4.51×10 ⁻⁵
A-50-15	9.5	2.082	6.03	1.925	0.312	2.95	9.46	11.40	6.25	1.903	8.40×10 ⁻⁴
A-60-15	10.0	2.065	5.94	1.833	0.204	2.85	8.15	8.00	5.66	1.832	5.54×10 ⁻⁵
B-10-25	12.1	1.956	11.52	1.949	1.159	3.32	37.40	40.80	11.33	1.971	9.07×10 ⁻⁶
B-20-25	11.2	1.998	10.01	1.970	1.176	3.68	26.13	29.20	10.42	1.987	1.03×10 ⁻⁵
B-30-25	9.9	2.032	9.45	2.029	1.131	3.99	22.64	22.40	9.84	2.033	2.86×10 ⁻⁸
B-40-25	8.8	2.088	7.29	1.934	1.456	2.52	63.30	58.24	6.29	1.935	2.64×10 ⁻⁵
B-50-25	9.3	2.074	7.42	1.919	0.819	3.64	16.38	16.80	7.09	1.917	1.17×10 ⁻⁴
C-10-35	11.6	1.950	10.96	1.906	1.766	3.31	58.86	64.40	10.38	1.895	6.13×10 ⁻⁷
C-20-35	11.0	1.996	10.20	1.925	1.911	3.31	51.67	62.00	9.81	1.927	1.39×10 ⁻⁶
C-30-35	10.6	2.032	9.98	1.923	1.841	2.53	92.03	72.40	10.64	1.940	5.14×10 ⁻⁷
C-40-35	10.5	2.043	10.21	1.949	1.643	3.04	52.98	58.80	9.68	1.957	2.55×10 ⁻⁵
D-10-45	12.6	1.948	12.80	1.916	1.811	6.20	41.15	40.00	12.29	1.924	2.29×10 ⁻⁸
D-20-45	12.0	1.956	12.52	1.920	1.555	5.87	27.27	24.40	12.37	1.918	4.17×10 ⁻⁸
D-30-45	12.0	1.964	12.43	1.898	1.848	3.43	71.06	85.00	12.25	1.913	2.66×10 ⁻⁸

III. 結果의 考察

1. 壓縮強度試驗

가. 含水比와 壓縮強度와의 關係

다짐에 依하여 흙의 乾燥密度가 增加하면 粘着力과 內部摩擦角이 增大하고 剪斷強度도 增大한다. 그러나 그림 1에서 보는 바와 같이 乾燥密度가 最大로 되는 點에서 壓縮強度가 最大로 되지 않고 最適含水比보다 乾

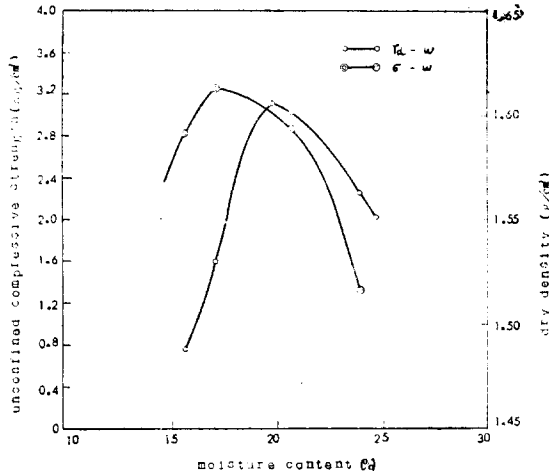


그림 1. 습수비와 一軸壓縮強度와의 關係

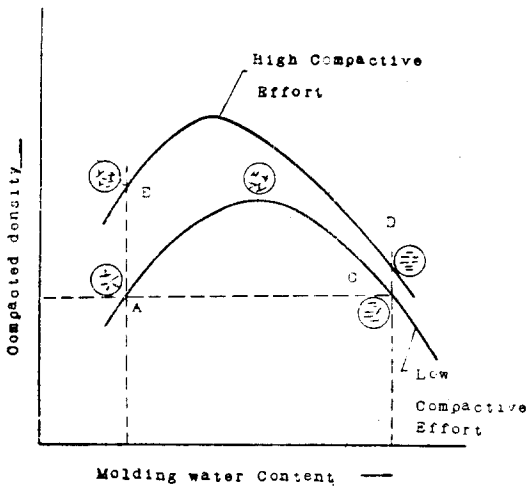


그림 2. 흙의 構造에 對한 다짐의 影響⁽¹³⁾

乾燥側에서 壓縮強度가 最大값을 나타내고 있다.

그림 1에서 壓縮強度가 最大로 되는 습수비는 最大乾燥密度的 95% 密度에 該當하는 乾燥側의 습수비와 거의 一致하고 있다.

內田⁽²⁶⁾는 最適습수비보다 4% 작은 습수비에서 壓縮強度가 最大로 됨을 發表하였고, 三木⁽¹⁷⁾도 砂質粘土에서 最適습수비보다 乾燥側에서 壓縮強度가 最大로 된다고 하였으며 Krizek⁽¹¹⁾, 森麟⁽¹⁸⁾도 이와 類似한 試驗結果를 發表하였다.

흙의 強度에 密接한 關係를 가지고 있는 흙의 構造는 土粒子의 骨格이 機械的으로 形成되는 것만이 아니라 粒子間에 作用하는 物理化學的인 힘에도 起因하여

形成되고 그 흙의 構造는 흙과 물의 相互作用에서 일어나는 힘에도 關係가 있다.

Lambe⁽¹³⁾와 Nagaraj⁽²⁰⁾는 흙의 構造에 對한 다짐의 影響을 그림 2와 같이 說明하고 있다. 即 A 點에서는 水分이 不足해서 二重層을 壓縮시키는 電解質이 集中되어 있다. 二重層의 壓縮은 粒子間에 反撥을 減少시키고 綿毛化現象(flocculation)이 일어나 粒子의 配列은 random 配列을 하고 乾燥密度는 작아진다.

B 點에서는 土粒子 周圍에 二重層이 膨脹되고 電解質의 集中을 減少시키며 綿毛化現象이 작아져서 높은 密度를 나타낸다.

水分이 더增加하여 C 點에 이르면 二重層이 더욱 膨脹하여 粒子間에 結合력이 減少된다.

흙의 壓縮強度는 粘着力과 內部摩擦角으로 區分되므로 습수비의 變化에 따르는 粘着力의 變化는 上述한 Lambe의 理論에 依하여 說明되고 內部摩擦角은 습수비의 增加에 따라서 減少되므로⁽⁹⁾ 最適습수비보다도 乾燥側에서 最大壓縮強度가 나타남을 說明할 수 있다.

나. 試料의 粒度와 一軸壓縮強度와의 關係

200 番체 通過率과 一軸壓縮強度와의 關係를 圖示하면 그림 3과 같다. 即 200 番체 通過率이 增加함에 따라서 一軸壓縮強度는 增加하는 現象을 나타냈고 回歸分析에 依하면 $r=0.917$ 의 높은 相關係數를 나타내며 이의 關係式은

$$\sigma_{max} = 0.04888 \cdot P_{200} - 0.2068$$

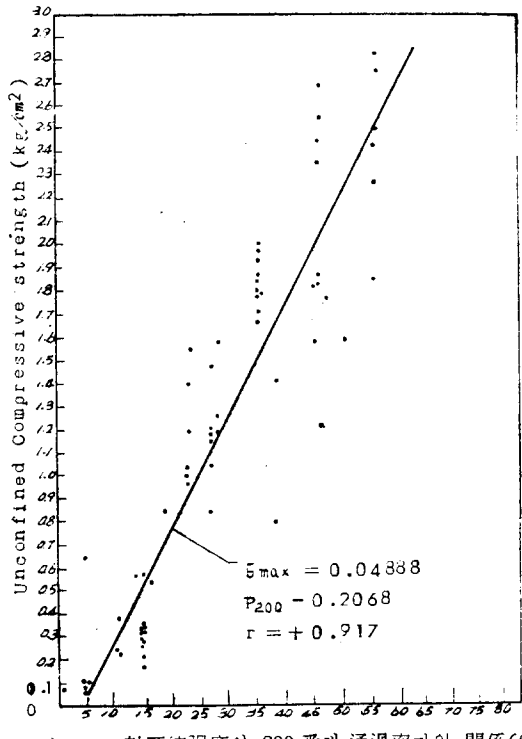


그림 3. 一軸壓縮強度와 200 番체 通過率과의 關係⁽⁹⁾

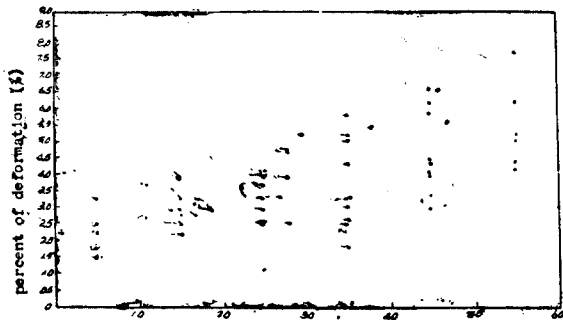


그림 4. 壓縮變形과 200 番체 通過率과의 關係

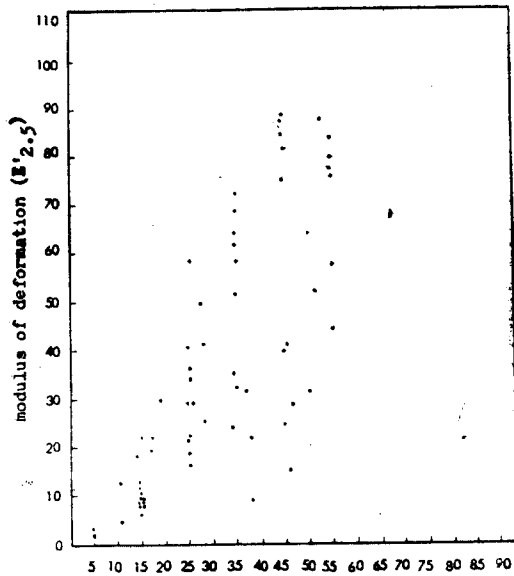


그림 5. 變形係數($E'_{2.5}$) 200 番체 通過率과의 關係

로 나타낼 수 있다.

變形率은 그림 4 와 같이 200 番체 通過率이 增加함에 따라서 增加하는 傾向을 나타내고 있다. 河上⁽⁹⁾의 研究에 依하면 粘土含有率의 增加에 따라서 壓縮變形率은 增加하는 曲線關係가 있음을 發表하였다.

200 番체 通過率과 變形係數($E'_{2.5}$ 및 E'_{50})⁽³⁾와의 關係는 그림 5 및 그림 6 에서 나타난 바와 같이 200 番체 通過量이 增加함에 따라서 增加하는 傾向이 나타났다. 均等係數와 壓縮強度와의 關係는 그림 7 에 表示한 바와 같이 均等係數가 增加함에 따라서 壓縮強度는 增加하는 曲線關係가 認定되고 있다. 即 흙의 粒度配合가 良好한 흙일수록 그의 最大乾燥密度는 큰 값을 나타냄으로써⁽⁷⁾⁽¹¹⁾ 壓縮強度도 增大되는 것이다. 花島⁽¹²⁾의 研究에 依하면 間隙比가 減少하면 一軸壓縮強度가 增加하였다. 間隙比가 減少한다는것은 密度가 增大되는 것을 意味하므로 本試驗結果와 一致되는 것으로 生覺

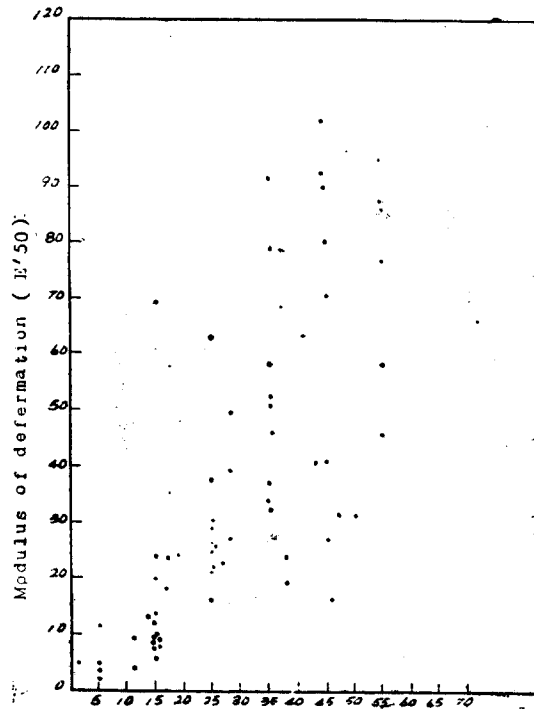


그림 6. 數形係數(E'_{50})와의 200 番체 通過率과의 關係

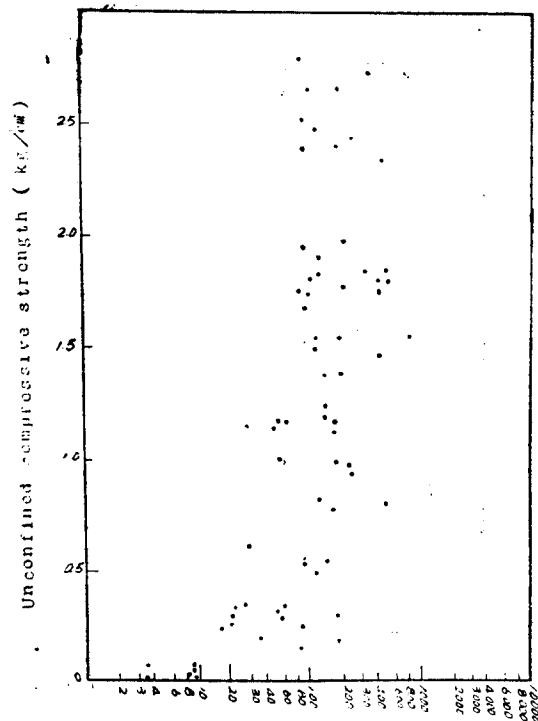


그림 7. 一軸壓縮強度와 均等數와의 關係

한다.

最大壓縮強度와 液性限界 및 塑性指數와의 關係는 그림 8 및 그림 9 와 같이 最大壓縮強度는 液性限界나

液性限界에 比例하여 增加하는 現象을 나타내고 있다.

河上⁽⁹⁾, 久野⁽¹⁰⁾, 種田⁽⁴⁾의 研究에 依하면 粘土含有率이 增加함에 따라서 粘着力은 增加하고 内部摩擦角은 減少하였다.

本試驗에서는 200 番粒 通過率이 增加함에 따라서 壓

縮強度 變形率 變形係數가 增加하는 現象은 200 番粒 通過率이 增加함에 따라서 粘着力의 增加로 因하여 壓縮強度가 增加되기 때문이라고 生覺한다. 液性限界 및 塑性指數의 값은 粘土含有率에 比例하여 增加하므로⁽⁹⁾ 壓縮強度는 液性限界와 塑性指數에 比例하여 增大되는 것으로 生覺한다.

一軸壓縮強度와 粒度係數(曲率係數)와의 關係는 그림 10에 나타난 바와 같이 粒度係數가 增加하면 一軸壓縮強度는 減少되었다. 또 Classification Area 와 一軸壓縮強度와의 關係는 Classification Area 가 增加함에 따라서 一軸壓縮強度는 減少되었고 $r = -0.800$ 의 높은 相關係數를 나타내고 $\sigma_{ma} = 4.472 - 1.931 Ca$ 의 關係

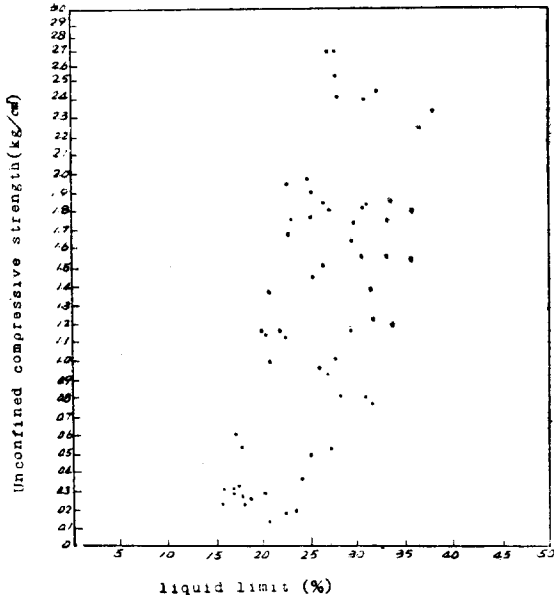


그림 8. 一軸壓縮強度와 液性限界와의 關係

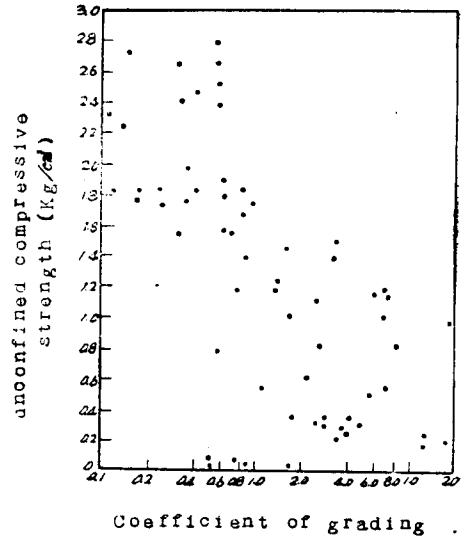


그림 10. 一軸壓縮強度와 粒度係數와의 關係

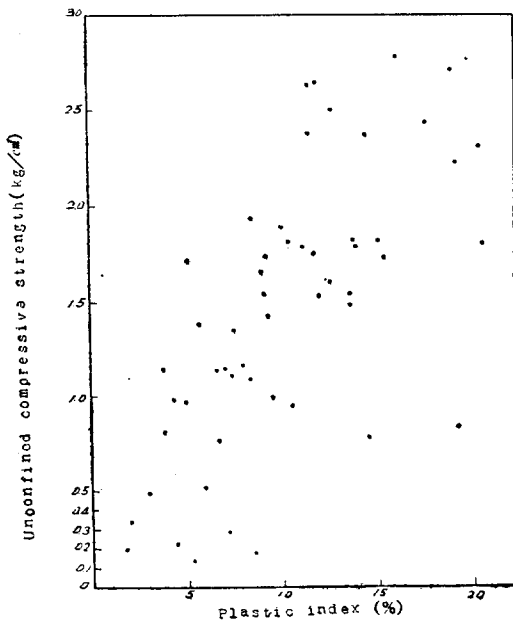


그림 9. 一軸壓縮強度와 塑性指數와의 關係

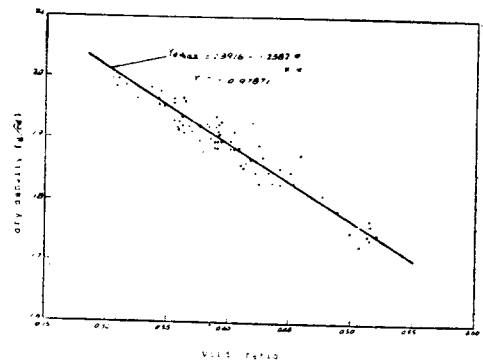


그림 12. 最大乾燥密度와 間隙比와의 關係

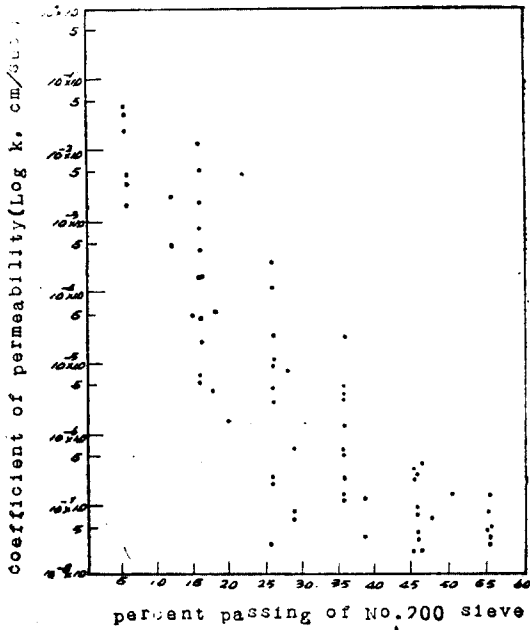


그림 13. 透水係數와 200番체 通過率과의 關係

式으로 表示할 수 있다.

다. 試料의 粒度和 透水係數와의 關係

透水試驗用 試片을 만들기 爲하여 最適含水比로 다졌을 때 最大乾燥密度와 間隙比와의 關係를 圖示하면 그림 12와 같이 $r = -0.9787$ 의 높은 相關係數를 나타내고

$$r_{dmax} = 2.3916 - 1.2382 \cdot e$$

의 關係式으로 나타낼 수 있다.

다진 흙의 密度가 크다는 것은 空隙이 흙으로 채워져서 空隙이 작아진 것을 意味하므로 間隙比가 增加하면 乾燥密度는 減少함을 意味한다.

筋內⁽²⁷⁾는 比重을 2.65로 補正한 最大乾燥密度(r_{dmax}')와 間隙率(n)과의 關係式을 다음과 같이 發表하였다.

$$\gamma_{dmax}' = 2.686 - 0.0274n$$

即 間隙率이 增加하면 最大乾燥密度는 減少하는 直線關係가 認定된다.

200番체 通過率과 透水係數와의 關係를 圖示하면 그림 13과 같이 200番체 通過率이 增加함에 따라서 透水係數는 減少하는 結果가 나타났다. 透水係數만을 考慮하여 Earth Dam의 Core로서 使用할 수 있는 限界를 Lee⁽¹⁴⁾는 4.7×10^{-6} cm/sec로 發表하였다.

松尾⁽¹⁹⁾의 研究에 依하면 200番체 通過率이 增加하면 透水係數는 減少하여 200番체 通過率이 70%以上에서 透水係數가 10^{-6} cm/sec以下로 되었다고 發表한 바 있다.

우리나라에서는 Core材料로서 理想的인 粒度は 0.5

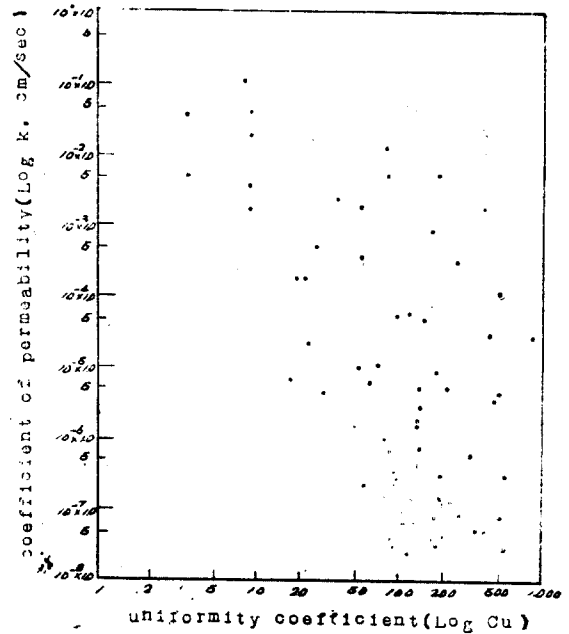


그림 14. 透水係數와 均等係數와의 關係

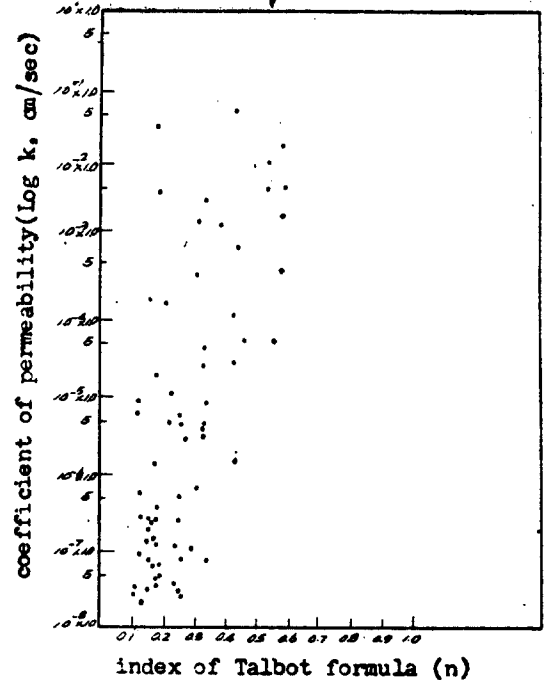


그림 15. 透水係數와 Talbot式의 指數와의 關係

mm의 粒子를 15~20%含有한 粒度配合이 좋은 粘土, silt, 모래 자갈의 混合物로서 規定하고 있다⁽²¹⁾.

本 試驗에서는 200番체 通過率이 40%以上이면 10^{-6} cm/sec以下の 透水係數를 나타내고 있다.

透水係數와 均等係數와의 關係는 그림 14와 같이 均等係數가 增加하면 透水係數는 減少하는 傾向이 나타났다. 均等係數가 增加하면 最大乾燥密度가 增加되므

로⁽²⁷⁾⁽⁷⁾ 空隙이 減少되어 透水係數는 작은 값을 나타내게 된다.

Talbot 式의 指數 n과 透水係數와의 關係는 그림 15에서와 같이 n이 增加함에 따라서 透水係數도 增加하는 傾向이 나타났다. Fukuoka⁽¹⁵⁾의 研究에 依하면 n의 값이 減少할 수록 細粒分을 많이 含有하여 最大乾燥密度는 減少하고 最適含水比는 增加하며 透水係數는 減少하는 結果가 나타났고 또 透水係數가 最小로 되는 點은 最適含水比보다 약간 濕潤側에서 나타났다⁽²²⁾⁽⁵⁾

透水係數와 間隙比(e) 및 $\frac{e^3}{1+e}$ 과의 關係를 圖示하면 그림 16 및 그림 17과 같다. 그림 16 및 그림 17에

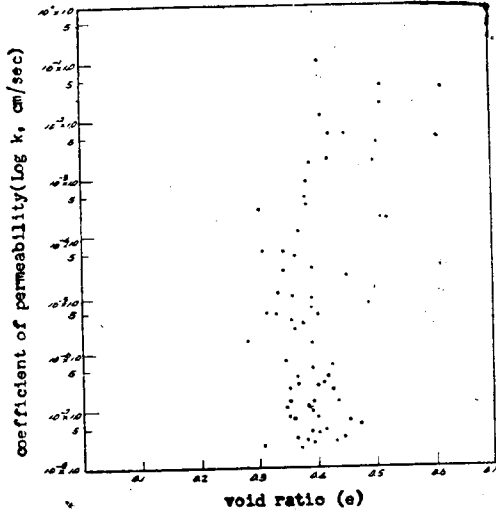


그림 16. 透水係數와 間隙比와의 關係

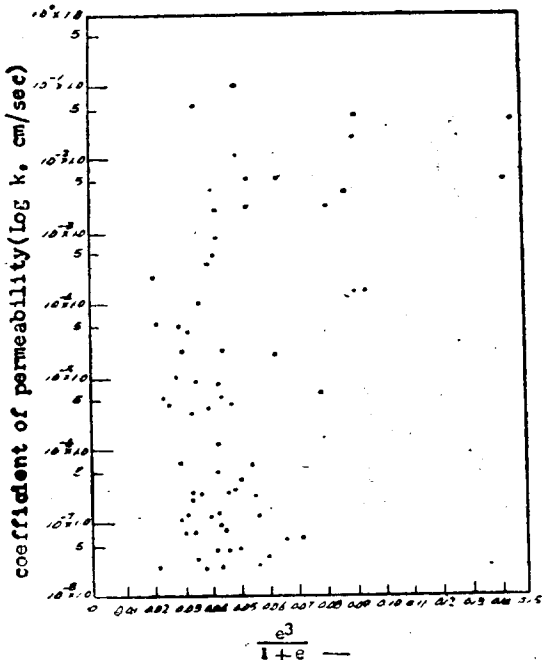


그림 17. 透水係數와 $\frac{e^3}{1+e}$ 과의 關係

依하면 間隙比는 10⁻⁵cm/sec에서 最小로 되었다. 同一한 間隙比에서도 細粒分을 많이 含有한 試料는 空隙의 크기가 작으므로 透水量은 $Q = \frac{\pi R^4 r w i^{(23)}}{8\mu}$ 에서 알 수 있는 바와 같이 直徑의 4乘에 比例하기 때문에 細粒分을 많이 含有한 試料에서 間隙比는 큰 값을 나타내더라도 透水係數는 작은 것으로 生覺된다.

河上⁽⁹⁾는 碎石含有率을 變化시켜 間隙比와 透水係數와의 關係를 調査한 結果 碎石을 20% 含有한 試料에서 透水係數의 값이 最小로 되었음을 發表하였다.

透水係數와 粒度係數 및 Classification Area와의 關係를 圖示하면 그림 18 및 그림 19와 같이 粒度係數와 Classification Area의 값이 增加함에 따라서 透

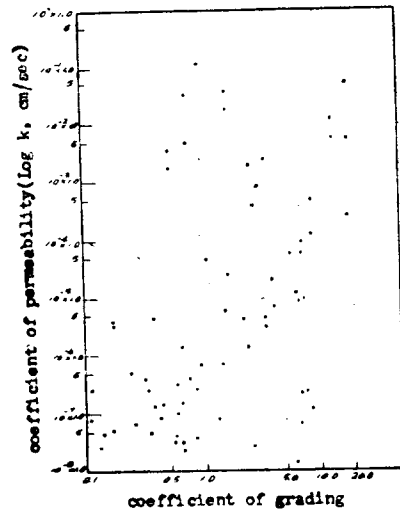


그림 18. 透水係數와 粒度係數와의 關係

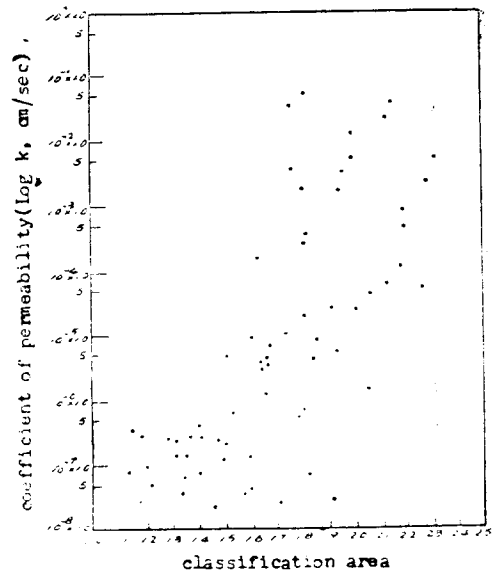


그림 19. 透水係數와 Classification Area와의 關係

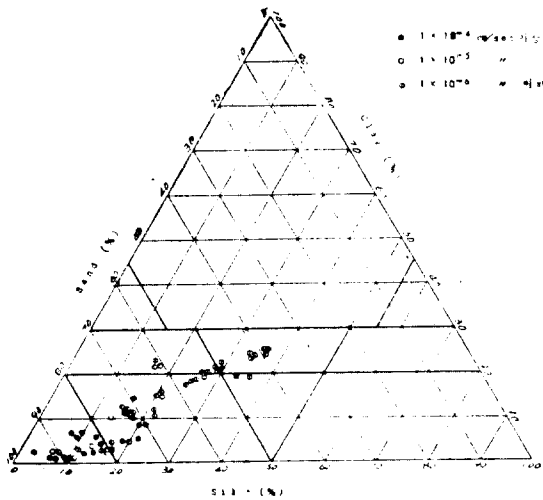


그림 20. 三角座標分類

水係數도 增加하는 傾向이 나타나고 있다. Classification Area의 값은 粒度曲線上部의 面積을 나타낸 것으로 Classification Area의 값이 작으면 細粒分을 많이 包含한 것을 意味하므로 透水係數는 작은 값을 나타낸다.

위에서 試驗한 試料를 三角座에 依하여 分類하면 그림 20과 같다. 그림 20에 依하면 透水係數가 10^{-6} cm/sec 以下の 試料는 자갈이 混入된 砂質 loam, loam, 砂質粘土 loam에 屬하고 있음을 알 수 있다.

IV. 結 論

粒度分布를 달리하는 70個의 試料에 對하여 壓縮試驗 및 透水試驗을 한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 最大一軸壓縮強度는 最適含水比보다 乾燥側에서 나타난다.
2. 一軸壓縮強度는 200 番체 通過率이 增加함에 따라서 增加한다.
3. 破壞時의 變形率은 200 番체 通過率이 增加함에 따라서 增加하였고 變形係數도 200 番체 通過率에 比例하여 增加하였다.
4. 一軸壓縮強度는 均等係數, 液性限界 및 塔性指數에 比例하여 增加하였고 粒度係數 및 Classification Area가 增加하면 減少하였다.
5. 最大乾燥密度는 間隙比가 增加함에 따라서 減少한다.
6. 透水係數는 200 番체 通過率이 增加함에 따라서 減少하였고 200 番체 通過率이 40% 以上이면 Lee가 提議한 Earth Dam의 Core 材料의 透水係數限界인 10^{-6} cm/sec 以下로 되었다.
7. 透水係數는 粒度係數, Classification Area 및 Ta-

lbot 式의 指數 n 이 增加함에 따라서 增加하였으나 均等係數가 增加하면 오히려 減少하였다.

8. 透水係數는 同一한 間隙比일지라도 土粒子의 크기와 配合에 關係되는 空隙의 連續인 물의 通路에 크기 및 形에 關係되는 것으로 生覺한다.

參 考 文 獻

1. 赤井浩一. (1957)
“土の粒度配合による締固め特性の變化” 土と基礎 Vol. 5. No. 5
2. Davidson, D.T. and B. W. Bruns. (1960)
“Comparison of Type 1 and Type 2 Portland Cements for Soil Stabilization” Highway Research Board Bull. 267.
3. 土質工學會試驗改訂委員會. (1964)
“土質試驗法” pp. 338.
4. 種田行男. (1956)
“土堰堤用土の 土質試驗結果” 農業土木研究. Vol. 23. No. 6.
5. Fukuoka, M. (1957)
“Testing of Gravelly Soils with Large-Scale Apparatus” Proc. 4th Int. Conf. Soil Mech. and Found. Eng. London. gouted by (10)
6. 姜父默 趙成燮 金成完 (1969)
“흙의 다짐에 關한 研究(第1報)” 농공학회지 Vol. 11, No. 4.
7. 姜父默. (1970)
“흙의 다짐에 關한 研究(第2報)” 농공학회지, Vol. 12. No. 1
8. 姜父默. (1970)
“흙의 다짐에 關한 研究(第3報)” 농공학회지 Vol.12. No. 2.
9. 河土房義. (1954)
“アースダム(土質工學的設計 および施工法) 鹿島建設技術研究所出版部
10. 久野悟郎. (1962)
“土の 締固め” pp. 83.
11. Krizek, R. J. and R. L. Kondner (1964)
“Strength Consistency Indices for a Cohesive Soil” Highway Research Record No. 48.
12. 花島孝, 油田敬吾. (1969)
“有明軟弱土における壓縮特性値の相關性について” 土と基礎, Vol. 17. No. 1
13. Lambe, T. W. (1958)
“The Structure of Compacted Clay”

Journal of the Soil Mech. and Foundations
Division Proc. of the American Society of Civil
Engineers.

14. Lee, C. H. (1936)
"Selection of Materials for Rolled Fill Earth Dam"
Proc. ASCE. Vol. 62 pp. 1026-1042.
15. 松谷勇治 寺本涉 藪龜淳大. (1954)
"軟弱粘土の單純壓縮試験"
農業土木研究 Vol. 21. No. 1
16. Mylivel, A. (1957)
"The Degree of Compaction of Soil According to
the Proctor and Donii Tests"
Proc. 4th Int. Conf. on Soil Mech. and Found.
Eng. London 2: 338-340.
17. 三木五三郎 山内豊聰. (1959)
"土質安定の理論と實際" pp. 56.
18. 森謙 近藤義正. (1967)
"締固め土の壓縮強度の異方性とその原因"
土と基礎 Vol. 15. No. 6
19. 松尾新一郎 木暮敬二. (1969)
"土の透水性に関する一考察"
土と基礎 Vol 17. No. 5.
20. Nagaraj, T. S. (1963)
"Influence of Initial Soil Structure on Soil Stabi-
lization"
Proc. of the 2nd ARC on Soil Mech. and Found.
Eng. Vol. 1 pp. 394-399. Japan.
21. 農林部. (1968)
"토지개량사업 계획설계기준(필명편)" pp. 117.
22. 擇田敏男, 今尾昭夫 酒井信一. (1961)
"アースダムの設計施工における土質試験値の適用
と施工管理について"
土と基礎 Vol. 9. No. 1.
23. Taylor, D. A. (1948)
"Fundamental of Soil Mechanics" pp. 104-109.
24. Tamez, E. (1957)
"Some Factors Affecting the Dynamic Compac-
tion Test."
ASTM. Special Tech. Publ. 232, pp.54-66.
25. 土の判別分類法委員會. (1969)
"シルトの特性に関する實驗的考察"
土と基礎, Vol. 17. No. 8.
26. 内田一郎 松本鍊三, 鬼塚克忠 田原賢二 三浦功 (1969)
"締固めた不飽和粘性土. セン断特性について"
土と基礎 Vol 17. No. 8.
27. 箭内寛治, 齊藤正好, 天白星一. (1967)
"埋戻し砂の二三の性質について"
第2回土質工學會 研究發表會 昭和42年度發表講演集



發 展

畿 湖 農 地 改 良 組 合

組 合 長 金 在 卿

京 畿 道 平 澤 郡 平 澤 邑

電話(平澤) 261, 115, 276