

統一分類에 의한 우리나라 土質의 工學的 特性에 관한 確率論的 研究

A Probabilistic Study on the Engineering Characteristics of Soil in Korea
by the Unified Soil Classification

鄭 鐵 浩*
Chung, Chul Ho

Abstract

This paper probabilistically analyses the variance of the soil parameters on kinds of soil by conducting statistical analysis through the Unified Soil Classification System. Data used are the result of soil test which the Korea National Housing Corporation conducted in 176 sites of 74 cities throughout the country during the past 13 years from 1974 to 1986. In this paper, soil parameters such as natural water contents, specific gravity of soil particle, Atterberg limits, N-values, unconfined compression strength, compression index and shear strength parameter etc., is analysed.

The result of the analysis is as follows.

- 1) The variance in physical properties of the soil is, when compared with coefficient of variation which is statistical variable, comparatively small.
- 2) The shear strength parameter is proved to be about 40% and compression index is about 32%.
- 3) The variance in specific gravity is 0.87-2.49% in granular soil and 0.91~5.03% in cohesive soil respectively. So, the degree of the variance is very small.

要 旨

本 論文은 過去 13年間(1974~1986) 住宅公社가 全國 74 個 都市, 176 個 住宅團地에서 實施한 諸般 土質試驗結果를 統一分類法에 依한 흙의 種類別, 土質定數의 分散의 程度를 確率의으로 分析한 것이다. 이 論文에서 分析한 土質定數는 自然含水比, 土粒子의 比重, 아터버그 限界, 標準貫入試驗值, 一軸壓縮 強度, 壓縮指數 그리고 強度定數 等이다.

研究分析한 結果, 物理的 諸性質은 統計變數인 變動係數를 기준으로 하여 比較할때 變動의 範圍가 比較的 적은 反面에, 強度定數는 40%, 壓縮指數는 32% 程度의 變動係數를 가지며, 比重은 砂質土에서

*正會員 · 大韓住宅公社 研究開發室 課長

1. 序 論

住宅公社에서 施行하고 있는 建設工事에서는 豫備調査의 一環으로 土質의 構成狀態, 各 土層의 支持力, 地下水位, 土質의 物理 및 力學的 諸性質을 把握하기 위하여 土質調査를 實施하고 있다. 本研究에서는 過去 13年間(1974~1986) 特別市 및 直轄市를 包含하여 우리나라 全域의 74個 都市, 176個 住宅團地에 分布하는 흙을 統一分類法으로 分類하고, 現場 및 室內試驗에서 測定한 諸般 土質定數와 關聯하여 地盤特性의 代表值 또는 平均値에 대하여 分散의 程度를 糾明하기 위해 統計變數인 變動係數를 利用하여 比較 分析하였다. 變動係數는 標準偏差를 平均値로 나눈 값을 말한다. 變動係數는 性質에 따라 다르거나 또는 平均이 다른 統計資料가 平均値를 中心으로 어느 程度 分散되어 있는가를 計測 比較하는 尺度이다. 그러므로 이 變動係數는 中央에 集中되는 傾向의 確實性에 대한 測定手段이다.

Harr, M. E는 1977년 발간한 그의 著書에서 흙을 모래, 실트질 모래, 느슨하거나 稠密한 모래, 실트, 모래질 粘土, 실트질 粘土등으로 分類하여 測定한 諸般 土質定數의 結果値를 標本數에 대하여 基本統計 分析을 實施하고 變動의 範圍를 算定한 바 있다. 本 論文에서는 우리나라 國土全般에 걸쳐서

造成된 住宅團地에 分布하는 흙을 統一分類法으로 分類하고, 各 種類의 흙에 對하여 室內試驗에 의한 土性値와 標準買入試驗値를 救하여 分析하였는데 이때 土性値를 救한 試料는 地表面에서 1-5 m, 強度定數를 救한 土層深度는 0.2-19.8m 內에 있었다.

土質試驗에 의하여 測定된 諸般 土質定數는 本來의 特性値와는 여러가지 要因에 의하여 偶然誤差가 發生하므로 境遇에 따라서는 試驗結果를 그대로 믿고 設計에 適用하면 問題點이 생길수도 있는데, 특히 現場與件이나 時間的 餘裕 등을 포함하여 經濟的인 問題로 充分한 試料採取가 어려울 境遇와 試驗結果値에 대하여 疑問이 생길 境遇에는 本 論文에서 提示하는 基本統計 分析資料와 比較 檢討하므로써 앞으로 造成되는 各種 建設工事의 基礎設計 및 施工計劃 管理에 있어서 더 많은 信憑性을 附與할 수 있다.

2. 分析資料

본 論文에 使用된 土質의 物理試驗 資料는 全國 74個 地域, 176個 住宅團地에 分布하는 地盤의 地下 1.0-5.0 m 깊이에서 採取한 攪亂試料로 부터 구한 것이다. 그리고 地盤의 支持力, 土層의 構成狀態 및 構成物質을 把握하기 위하여 보-링作業과 並行하여 1.5m 깊이마다 또는 地層이 변하는 깊이에서 標準買入試驗을 實施하여 구한 土質柱狀圖를 分析

表 1. Tables of Soil Parameters and Data from Analysis

Soil Testing	Soil Parameters	Abbr	Unit	Depth(m)	No. of Testing	Test Period
Moisture content	natural water contents	W _n	%	1~5	3,536	1974~1986(13)
Specific gravity	specific gravity	G _s	-	1~5	3,523	1974~1986(13)
Consistency	liquid limit	W _L	%	1~5	1,191	1974~1986(13)
	plastic limit	W _P	%	1~5	1,191	1974~1986(13)
	plasticity index	I _P	%	1~5	1,815	1974~1986(13)
Standard penetration test	N-values	N	N/30cm	1~5	3,506	1974~1986(13)
Unconfined comp. test	unconfined comp. strength	q _u	kg/cm ²	0.2~19.8	89	1981~1985(5)
Direct shear test	cohesion	C	kg/cm ²	0.2~19.8	125	1977~1985(9)
	angle of internal friction	φ	(°)	0.3~19.8	115	1977~1985(9)
Consolidation test	compression index	C _c	-	0.2~19.8	81	1981~1985(5)

하여 土層別로 N 值을 구하였다^{(1)~(13)}. 또한 18 個 地域 38 個 住宅團地의 軟弱粘土 및 粘性土層의 0.2-19.8 m 깊이 內에서 採取한 不攪亂試料의 力學的 性質을 把握하기 위하여 9 年間(1977-1985) 수행한 強度試驗 結果로 부터 一軸壓縮強度, 粘着力 및 內部摩擦角, 壓縮指數를 調查하였다^(2~4, 6~8, 10~12).

上記의 土質試驗 種類와 그 試驗結果로 구한 土質變數 그리고 試驗資料의 數等을 表 1에 定理하였다.

3. 統一分類에 의한 土質定數의 確率論的 分析

測定된 土質定數의 主된 誤差는 試料採取方法과 土質試驗方法에 따라 發生한다. 試錐孔의 굴착 및 샘플러를 打入할때 試錐孔 底面의 地盤攪亂과 試料採取 過程中的 試料攪亂은 偶然誤差로서 前者의 境遇에 해당하며, 濕氣損失로 인한 試料의 乾燥等 取扱方法의 影響이나 土質技術者의 熟練度 與否에 따라 야기되는 差異와 試驗結果 解析時의 些少한

不注意는 個人誤差로서 後者의 境遇에 속한다. 또한 不攪亂試料를 實驗室로 運搬하거나 保管할때의 振動 또는 급격한 溫度의 變化에 의해 測定結果에 상당한 差異가 發生한다^(18, 20).

이와같은 諸般 問題點을 顧慮하여 各種 土質試驗結果를 合理的으로 解析하여 실제에 利用하여야 하는데, 이를 위하여 表 1에 보인 各 土質變數들의 試驗結果值를 統計的으로 分析하여 우리나라 國土 全般에 分布하는 土質의 諸變數들이 갖는 平均値에 대한 分散의 程度를 알아내고자 한다.

3.1 物理的 特性分析

앞에서 이미 說明한 바와 같이 우리나라 全域의 住宅團地에 分布하는 흙을 統一分法으로 分類하고, 物理的 諸性質(自然含水比, 土粒子의 比重, 아터버그 限界)에 對한 基本統計 分析을 다음과 같이 實施하였다^(14, 15, 19).

(1) 自然含水比의 基本統計 分析結果는 表 2 와 같다.

表 2. Basic Statistics of Natural Water Content in KOREA Area

Soil Paramters U. S. C. S	No. of Data	Natural water content. Wn(%)					
		Maximum Value	Minimum Value	Range	Mean	Standard Deviation	Coeff. of Variation(%)
GW	28	20.53	3.50	17.03	13.080	5.293	40.466
GP	30	26.20	5.50	20.70	16.940	5.075	29.959
GM	67	34.20	3.90	30.30	15.550	5.667	36.444
GC	31	34.10	9.20	24.90	19.850	4.949	24.932
SW	151	44.49	4.32	40.17	18.246	7.252	39.746
SP	187	41.81	4.17	37.64	17.674	6.353	35.945
SM	1,432	49.20	5.13	44.07	19.220	7.513	39.089
SC	154	39.80	7.30	32.50	21.925	6.414	29.254
ML	655	50.60	8.65	41.95	26.168	8.603	32.876
CL	661	61.60	10.40	51.20	28.106	8.217	29.236
OL	2	46.90	41.20	5.70	44.050	2.850	6.470
MH	60	68.12	21.60	46.52	41.823	8.974	21.457
CH	67	73.21	18.50	54.71	41.954	11.254	26.825
OH	11	76.80	29.90	46.90	48.400	12.673	26.184

(2) 土粒子의 比重에 대한 基本統計 分析結果는 表 3과 같다.

表 3. Basic Statistics of Specific Gravity in KOREA Area

Soil Paramters U. S. C. S	No. of Data	Specific gravity, G _s					
		Maximum Value	Minimum Value	Range	Mean	Standard Deviation	Coeff. of Variation(%)
GW	26	2.660	2.550	0.110	2.638	0.033	1.251
GP	30	2.665	2.601	0.064	2.642	0.060	2.271
GM	66	2.690	2.600	0.090	2.655	0.023	0.866
GC	31	2.690	2.617	0.073	2.645	0.023	0.870
SW	150	2.760	2.440	0.320	2.647	0.037	1.398
SP	186	2.770	2.200	0.570	2.637	0.059	2.237
SM	1,426	2.860	2.320	0.540	2.647	0.066	2.493
SC	154	2.930	2.500	0.430	2.651	0.042	1.584
ML	655	2.817	2.360	0.457	2.667	0.035	1.312
CL	661	2.870	2.460	0.410	2.663	0.134	5.032
OL	2	2.770	2.720	0.050	2.745	0.025	0.911
MH	60	2.730	2.450	0.280	2.631	0.076	2.547
CH	67	2.800	2.240	0.560	2.668	0.077	2.886
OH	11	2.760	2.500	0.260	2.644	0.090	3.404

(3) 아터버그 限界의 基本統計 分析 結果는 表 4 와 같다.

表 4. Basic Statistics of Atterberg Limits in KOREA Area

Soil Parameters	Random Variable U.S.C.S	No. of Data	Maximum Value	Minimum Value	Range	Mean	Standard Deviation	Coeff. of Variation(%)
ML	347	53.3	20.1	33.2	35.47	7.084	19.972	
CL	580	56.4	21.1	35.3	37.39	3.297	8.818	
OL	3	46.9	41.2	5.7	44.47	2.338	5.257	
MH	54	79.7	31.0	48.7	56.71	6.730	11.867	
CH	67	76.8	43.2	33.6	57.67	9.366	16.240	
OH	9	78.7	50.1	28.6	63.14	9.392	14.875	
Plastic limit. W _p (%)	SC	131	31.3	8.6	22.7	20.13	3.537	17.571
	ML	347	44.6	8.4	36.2	25.63	4.413	17.218
	CL	580	37.2	7.9	29.3	20.09	4.387	21.621
	OL	3	37.8	32.1	5.7	35.43	2.474	6.983
	MH	54	50.3	20.0	30.3	37.54	6.330	16.862
	CH	67	46.8	10.7	36.1	27.43	5.010	18.265
	OH	9	53.0	30.2	22.8	40.20	8.478	21.090
Plasticity index I _p (%)	SC	131	25.8	6.1	19.7	13.647	5.038	36.917
	ML	337	29.4	3.1	26.3	10.340	4.506	43.578
	CL	580	32.9	4.3	28.6	16.409	6.330	38.576
	OL	3	14.8	4.8	10.0	9.003	4.225	46.929
	MH	57	36.7	7.9	28.8	19.341	6.519	33.706
	CH	67	44.9	17.2	27.7	30.159	5.841	19.367
	OH	10	33.3	10.6	22.7	21.43	8.807	37.737

3.2 力學的 特性分析

表 1에 보인 力學的 諸性質(標準貫入試驗值, 一軸壓縮強도, 粘着力 및 內部摩擦角, 壓縮指數)에 대하여 基本統計 分析을 實施하였으며, 強度定數는 確率變數를 利用하여 統計的 性質에 따라 母平均 μ 의 90% 信賴區間을 算定하였다^(14, 15, 16, 19). 壓縮指數는 基本統計 分析으로 구한 變動係數를 平均值에 대한 相關關係로 나타내어 Balasubramaniam, A. S. and Brenner, R. P⁽¹⁷⁾의 加重平均法(weighted

averaging technique, C_c)에 대한 經驗式($\hat{C}_c = \bar{C}_c / (1 - \frac{Z \cdot V}{\sqrt{n}})$)을 利用하여 우리나라 住宅團地에 分布하는 粘土 및 粘性土의 平均誤差 範圍를 糾明하였다.

여기서, Z는 正規標準偏差이고, n는 標本數이며, \bar{C}_c 는 平均值이다.

(1) 標準貫入試驗值의 基本統計 分析結果는 表 5와 같다.

表 5. Basic Statistics of Penetration Resistance N in KOREA Area

Soil Parameter U. S. C. S	Depth m	No. of Data	N (from SPT)- Values					
			Maximum Value	Minimum Value	Range	Mean	Standard Deviation	Coeff. of Variation(%)
GW	1~5	23	48	6	42	27.35	13879	50.746
GP	1~5	30	50	5	45	29.77	14.701	49.382
GM	1~5	67	79	5	74	32.43	17.484	53.918
GC	1~5	32	50	7	43	26.69	11.888	44.541
SW	1~5	151	51	3	48	22.91	15.311	66.831
SP	1~5	191	50	1	49	19.64	11.747	59.812
SM	1	435	50	2	48	16.50	12.964	78.570
	2	136	44	2	42	17.15	11.758	68.560
	3	394	50	3	47	22.91	14.252	62.209
	4	158	50	2	48	22.71	12.236	53.879
	5	302	64	3	61	29.02	14.611	50.348
SC	1~5	152	46	3	43	14.11	8.087	57.314
ML	1	216	44	1	43	13.88	9.699	69.877
	2	91	50	2	48	15.55	11.077	71.235
	3	179	54	3	51	20.88	11.893	56.959
	4	59	50	2	48	18.90	10.731	56.778
	5	111	50	4	46	25.67	11.980	46.669
CL	1	280	52	2	50	13.48	10.079	74.770
	2	92	44	1	43	12.40	8.870	71.532
	3	139	50	1	49	14.94	10.285	68.842
	4	68	52	1	51	16.37	11.340	69.273
	5	59	44	3	41	18.05	11.870	65.762
OL	2~4	3	20	2	18	13.00	7.874	60.569
MH	1~5	60	24	2	22	9.82	5.855	59.623
CH	1~5	66	26	0	26	8.32	6.787	81.575
OH	2~5	12	21	5	16	9.58	5.535	57.777

(2) 一軸壓縮強度의 基本統計 分析結果는 表 6 과 같다.

表 6. Basic Statistics of Unconfined Compression Strength in KOREA Area.

Soil Parameter U.S.C.S	Depth m	No. of Data	Unconfined comp. strength, q_u (kg/cm ²)					
			Maximum Value	Minimum Value	Range	Mean	Standard Deviation	Coeff. of Variation(%)
ML	0.5~11.3	31	0.992	0.23	0.762	0.551	0.1866	33.87
CL	0.3~12.8	21	0.88	0.20	0.680	0.484	0.1942	40.12
CH	0.2~19.8	22	0.38	0.10	0.280	0.219	0.0941	42.97
OH	0.5~19.8	15	0.59	0.129	0.461	0.297	0.1430	48.10

(3) 粘着力 및 内部摩擦角의 基本統計 分析結果 와 正規分布의 範圍는 表 7과 같다.

表 7. Basic Statistics and Range of Normal Distribution for Cohesion and Angle of Internal Friction KOREA in Area.

Soil Parameters U.S.C.S	Random Variable	Depth m	No. of Date	Maximum Value	Minimum Value	Range	Mean	Standard Deviation	Coeff. of Variation(%)	90%-Confidence Interval for Population Mean(μ)
Cohesion, C (kg/cm ²)	SM	0.8~12.2	18	0.37	0.071	0.299	0.1623	0.0917	56.54	0.1267~0.1979
	ML	0.5~ 7.5	30	0.56	0.106	0.454	0.2808	0.1118	39.82	0.2472~0.3144
	CL	0.3~12.8	28	0.55	0.100	0.450	0.2815	0.1166	41.42	0.2452~0.3178
	CH	0.2~19.8	29	0.35	0.060	0.290	0.1784	0.0959	53.76	0.1267~0.2077
	OH	0.5~19.8	20	0.31	0.042	0.268	0.1804	0.0836	46.38	0.1496~0.2077
Angle of Internal Friction, ϕ ($^{\circ}$)	SM	0.5~ 9.7	16	35.80	8.340	27.460	22.900	7.814	34.12	19.6864~26.1136
	ML	0.5~ 7.5	31	32.75	9.000	23.750	20.370	6.955	34.14	18.3153~22.4247
	CL	0.3~12.8	26	15.82	5.000	10.820	8.4205	3.460	41.09	7.3038~9.5362
	CH	0.5~10.0	25	13.00	2.000	11.000	7.1104	2.300	32.35	6.3533~7.8667
	OH	0.5~19.8	17	13.00	2.100	10.900	7.3204	3.347	45.72	5.9846~8.6554

(4) 壓縮指數의 基本統計 分析과 加重平均値 結果는 表 8과 같다.

表 8. Basic Statistics and Weighted Averaging Value of Compression Index in KOREA Area

Soil Parameter U.S.C.S	Random Variable	Depth m	No. of Data	Maximum Value	Minimum Value	Range	Mean	Standard Deviation	Coeff. of Variation(%)	Weighted Averaging Value
Compression index, C_c	ML	0.5~12.2	19	0.49	0.12	0.370	0.238	0.0835	35.08	0.240
	CL	0.3~10.8	22	0.48	0.11	0.370	0.266	0.0796	29.93	0.267
	CH	0.2~17.8	25	0.75	0.21	0.540	0.420	0.1491	35.50	0.424
	OH	0.5~19.8	15	0.65	0.22	0.430	0.349	0.0965	27.65	0.351

그림 1 은 表 8에서 基本統計 分析에 의하여 구 해진 ML, CL, CH, OH의 變動係數와 壓縮指數와

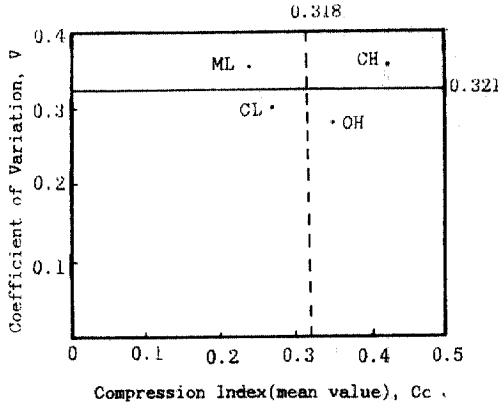


그림 1. Coefficient of Variation versus Mean Value of Compression Index of ML, CL, CH, OH in KOREA Area

의 平均値에 對한 相關關係로 나타내어 平均壓縮指數를 구한 값이 0.318이며, 또한 土質別 加重平均値를 適用하여 平均變動係數를 구한 값이 0.321로 나타났다.

3.3 分析結果에 對한 檢討

以上과 같이 우리나라 國土全般에 分布하는 土質의 物理的 및 力學的 諸變數들에 對하여 分析한 結果를 要約 整理해 보면, 먼저, 自然含水比의 標準 偏差는 OH, CH, MH, ML, CL의 順으로 크고, 變動係數는 GW, SW, SM, GM, SP 順으로 크다. 즉, 粘土 및 粘性土의 平均 自然含水比가 砂質土 보다 큰 特性이 있다. 그리고, 土粒子의 比重에 對한 變動係數는 매우 작아서 少數의 比重 測定試驗으로도 滿足할 만한 값을 얻을 수 있다. 比重의 境遇 變動係數의 값은 最小 0.87%(GM), 最大 5.03%(CL) 程度의 變化를 보인다. 아터버그 限界의 試驗 結果值에 對한 分散性은 液性限界와 塑性限界보다 塑性指數가 현저하게 크다. 變動係數는 標本數가 적은 OL을 除外하고, 液性限界의 경우 9-20%, 塑性限界는 17-22%, 塑性指數는 20-24% 程度의 크기

를 갖는다.

標準買入試驗의 N值에 對한 變動係數의 範圍는 砂質土에서 10% 以內이고 粘性土는 24%이다. 따라서 地盤深度 1-5m 以內에서는 粘性土의 強度變化 幅이 砂質土 보다 2倍 以上 크다는 것을 알 수 있다. 또한 標本數가 큰 SM, ML, CL 등에서 보면 地盤深度가 깊어질수록 N값의 分散度가 작아진다. ML, CL ($W_L < 50$)의 一軸壓縮強度(q_u)와 內部摩擦角(ϕ)의 變動係數는 各各 34-40%, 34-41%로 類似한 舉動을 보였으며, CH, OH ($W_L > 50$)에서는 q_u 및 ϕ 의 變動係數가 43-48%, 32-46% 程度로서 q_u 의 分散性이 多少 큰것으로 分析되었다. Harr, M. E는 그의 著書⁽¹⁹⁾에서 粘土의 非排水 一軸壓縮強度 q_u 의 變動係數는 30-50% 사이에 든다고 技術하였다. SM, ML, CL, CH, OH에서는 內部摩擦角의 變動係數가 粘着力의 變動係數 보다 적은것으로 나타났으며, 強度定數는 중심극한의 정리 (central limit theorem)에 의해 土質別 平均値에 對한 信賴度 90%인 母平均 μ 의 信賴區間을 算定한 結果, 信賴上限과 信賴下限은 平均値를 中心으로 正規分布로 表示할 수 있음을 確認하였다.

壓縮指數에 關聯된 統計資料調査에 의하면 Lumb는 모래質 粘土에 있어서 變動係數는 約 26% 程度, Fredlund et. al.은 粘土에서 最小 26%, 最大 47% (平均: 33%) 程度의 變化를 보인다고 하였다. 本論文에서는 壓縮指數의 變動係數는 土質에 따라 28-36% 程度의 變化를 보이고 있으며 平均變動係數는 32% 程度이다. Harr, M. E⁽¹⁹⁾의 統計資料에 의하면 壓縮性에 關聯된 土質定數들의 變動係數는 30% 程度이다. 壓縮指數의 加重平均値(C_c)는 壓縮指數의 平均値(\bar{C}_c)를 $1 - 2 \cdot V / \sqrt{n}$ 로 나타내므로 \bar{C}_c 와는 分明히 다르다. 그러나 表 8에 보인 바와 같이 C_c 는 \bar{C}_c 와 거의 類似한 값으로 나타났다.

以上과 같이 우리나라 國土全般에 分布하는 土質을 統一分類法으로 分類한 結果를 粗粒土와 細粒土로 分類하여 諸般 土質定數의 平均値와 變動의 範圍를 要約하면 本文의 表 9와 같다.

表 9. Mean of Soil Parameters and Range on Coefficient of Variation

Soil Parameters	Gravels		Sands		Silts and Clays (Wl<50)		Silts and Clays (Wl>50)	
	Mean	Coeff. of Variation(%)	Mean	Coeff. of Variation(%)	Mean	Coeff. of Variation(%)	Mean	Coeff. of Variation(%)
Wn(%)	13~20	25~40	18~22	29~40	26~28	29~33	42~48	21~27
Gs	2.64~2.66		0.87~2.27		2.64~2.65		1.40~2.49	2.55~3.1
Wl(%)	-	-	34	18	35~37	9~20	57~63	12~16
Wp(%)	-	-	20	18	20~26	17~22	27~40	17~21
Ip(%)	-	-	14	37	10~16	39~44	19~30	19~38
N-values	27~32	45~54	14~29	50~79	12~26	47~75	8~10	58~82
qu(kg/cm ²)	-	-	-	-	0.48~0.55		34~40	0.22~0.303~4
C(kg/cm ²)	-	-	0.16	57	0.28	40~41	0.18	46~54
φ(°)	-	-	23	34	8~20	34~41	7	32~46
Cc	-	-	-	-	0.24~0.27		30~35	0.35~0.428~3

4. 結 論

우리나라 全域의 74 個 都市, 176 個 住宅團地에 分布하는 土質을 統一分類法으로 分類하고, 土層別로 現場 및 室內試驗에서 測定한 諸般 土質定數에 關하여 確率分析으로 導出한 變動性을 糾명한 本論文의 結果를 要約하면 다음과 같다.

(1) 自然含水比의 分散의 程度는 砂質土 보다 粘性土가 高은 特性을 나타내며, 土粒子의 比重은 變動係數가 매우 작으므로 아주 적은 數의 實驗을 通해서도 滿足할 만한 값을 얻을 수 있다.

(2) 아터버그 限界에 있어서 變動의 範圍는 液性限界와 塑性限界보다 塑性指數가 顯著하게 크다. 土質別로 比較 檢討해 보면 SC, ML 에서는 液性限界가 塑性限界 보다 分散性이 크나, CL, OL, MH, CH, OH 에서는 液性限界 보다 塑性限界가 分散性이 크며, 그 差는 塑性指數와 比較하여 僅少한 것으로 分析되었다.

(3) 地下 1-5 深度內에서 土質別로 測定한 N 值의 변화폭은 砂質土 地盤 보다 粘性土 地盤에서 크며, 土層深度가 깊어질수록 그 변화폭이 작아진다. 標本數가 많은 SM, ML, CL 를 m 當 土層深度別로 分析한 結果 N 值의 分散의 程度가 深度에 따라 漸進的으로 減少하는 傾向을 보이고 있다.

(4) 一軸壓縮強度와 內部摩擦角의 變動性은 土質에 따라 差異가 있으나, 대체로 變動係數의 範圍는 粘着力이 크고 內部摩擦角이 적은 것으로 나타났다.

(5) 우리나라 住宅團地에 分布하는 粘土 및 粘性土의 壓縮指數는 變動係數의 範圍가 8% 에 지나지 않으므로 分散度에 있어서 高은 特性이 있다.

參 考 文 獻

1. 大韓住宅公社, “江原道 原州 明倫洞外 21 個 團地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울, 1978-1986.
2. 大韓住宅公社, “서울 永東 1 團地外 12 個 團地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울 1974-1986.
3. 大韓住宅公社, “仁川 朱安洞外 6 個 團地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울, 1977-1985.
4. 大韓住宅公社, “京畿道 東豆川 廣岩洞外 40 個 團地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울, 1978-1985.
5. 大韓住宅公社, “忠北 淸州 社稷洞外 8 個團地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울, 1978-1985.
6. 大韓住宅公社, “忠南 大田 AID 外 22 個 團地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울 1974-1985.
7. 大韓住宅公社, “全北 裡里 燕縣洞外 12 個 團地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울, 1977-1984.
8. 大韓住宅公社, “全南 麗水 德忠洞外 13 個 團地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울, 1977-1985.
9. 大韓住宅公社, “大邱 坪里洞外 6 個 團地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울, 1977-1984.

10. 大韓住宅公社, “慶北 浦項 環湖洞外 16個 圃地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 1977-1985.
11. 大韓住宅公社, “釜山 社稷洞外 8個 圃地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울, 1976-1985.
12. 大韓住宅公社, “慶南 蔚山 也音洞外 12個 圃地 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울, 1979-1985.
13. 大韓住宅公社, “濟州 濟州 地盤調查報告書”, 大韓住宅公社, 서울, 1983.
14. 朴俊烈, “土木計劃學”, 嶺南大學校出版部, 1984.
15. 鄭英鎮, “實用現代統計學”, 經林出版社, 1976.
16. Bowles, J. E., “*Physical and Geotechnical Properties of Soils*”, McGraw-Hill Book Company, 1984, pp. 370-372.
17. Brand, E. W. and Brenner, R. P., “*Soft Clay Engineering*”, Elsevier Scientific Publishing Company, 1981, pp. 541-546.
18. Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command, “*Soil Mechanics*”, NAVFAC DM-7.1, May 1982, pp. 7.1-73-7.1-80.
19. Harr, M. E., “*Mechanics of Particulate Media A Probabilistic Approach*”, McGraw-Hill Book Company, 1977.
20. Yudhbir, “*Sampling of Soft Cohesive Soils*”, Division of Geotechnical and Transportation Engineering, AIT, Bangkok, 1982.

(接受: 1989. 1. 24)