

월남국 고콩지구 현장토질 조사

The Investigation of Earth Foundation in Go-Cong Delta Project, Vietnam

김 주 범 *
Joo Bum Kim

Summary

This is summary of an article "Soil Engineering" in the Definite Report, Irrigation Project in Go-Cong Delta, Vietnam, worked by the Agricultural Development Corporation, Korea.

1. For the results of in-place and laboratory investigation, Earth foundation in the Go-Cong Delta Project were classified for cohesive soils of high or low compressibility (CH or CL), and the typical values of cone penetration resistance, which were carried out using the Dutch type deep sounding apparatus, indicated 2.5kg/cm^2 in the area while the range from 50 to 120kg/cm^2 were found in some areas.

2. The curves of the field cone penetration test values, were plotted in the shape of irregular small waves, meant that the area in the area composed of fine and coarse grains strata alternately. The strata were easily observed by naked eye.

3. The moisture contents in-place varied in wide range; from the typical value for 50% to maximum value for 80%.

4. The field density was also various showing the values range from 1.5t/m^3 to 2.0t/m^3

but keeping typical value as 1.6t/m^3 in the area.

Low density layers, which were found in remote zone from river beds, were the accumulation of sediment that was made by organic colloidal clay particles in float suspension load.

5. Typical value of shear strength being obtained from undrained triaxial compression tests with measurement of pore water pressure was 7 in angle of internal friction (ϕ) and 1.5t/m^2 in cohesion (C).

6. Shearing strength of foundation in the site of My-Tho upstream pumping station and the site of Cho-Cao siphon consisting of sandy soil layer had 30° of ϕ . Therefore, they were assumed to have sufficient bearing capacity.

On the contrary, extreme care should be taken when heavily weighed structures would be built on weak foundation in Vam-Co River vicinity.

I. 서론

메콩강하구를 포용하고 있는 월남국은 광대한 메콩 델타의 토지자원과 알맞은 기후조건으로 세계 주요 미곡수출국이 었던 것이 오랜 전쟁과 인구의 증가로 말미암아 1965년부터는 미곡 수입국이 되어 이것이 경제개발을 저해하는 하나의 요소가 되고 있다. 이러한 상황에서 식량을 자급자족 하기 위한

* 농업진흥공사 농공시협소

노력을 전재 복구 사업중 가장 중요시 하고 있으며 이의 해결책으로 전국 각처에 수리개발지역을 선정하고 있다. 그중 고공지구가 조사 및 개발이 시급하며 한국정부와 월남정부의 합의로 이곳 조사사업에 우리정부에서 30만불 상당액을 지원하였고 월남정부에서 7만5천불을 부담하여 농업진흥공사에서 1970년 2월부터 8월까지 기술진을 현지로 파견하여 조사측량을 실시하였다. 본고는 현지조사의 일부인 현장토질조사와 귀국후 실시한 현장채취 토질시료의 제반토질시험에 대한 기록이다.

II. 지구개요

본 지구는 사이곤 남쪽 메콩강하구에 위치하며 이 지역은 장대한 메콩강 하류(河流)에 의하여 운반된 모래, 쉘트 및 점토질 흙이 완만한 하천구배에 의하여 운반능력이 점차 감퇴되어 하류(下流)해안에 퇴적되어 형성된 충적 평야로 그 퇴적 상태에 따라 토질공학적 특성을 두가지로 나눌 수 있다. 먼저, Cua Tieu 강(지구남쪽)연안은 주로 세사(細砂) 및 쉘트질로 층을 이루어 지지력이 비교적 큰편에 속하며 다음 Vam Co 강(지구북쪽) 및 지구동북쪽은 주로 점토질 및 쉘트층이 대부분으로 지반 지지력이 Cua Tieu 강 연안에 비하여 훨씬 떨어지는 경향이 있음을 토질조사결과 확인하였다.

특기할사항으로 다만 Vam Lang 항(港)(지구동쪽 인근의 제한된 지역에서 지표 약 10m 심도에 함수비가 적고(20%) 지지력(콘지력)이 75kg/cm² 나 되는 밀도가 대단히 높은 점질토층을 발견하였다.

이는 퇴적년도가 꽤 오래된 고결과정에 있는 토층일 것으로 생각된다.

조사지구 지층구성은 중심부에 위치한 Go-Cong 시에서 상수도 수원조사차 시굴한 기록으로 보아 깊이 446m의 충적 층 밑에 비로서 기반암층이 있음을 알수 있었다.

III. 토질조사

1. 현장조사

고공지구 관계개선 계획지구내에는 약 55,700 정보를 관계하기 위한 급수 양수장이 설계될 것이며 이 양수장에서 양수된 관개용수를 각 농리지구내에 보낼 용수로가 My Tho에서 시작하여 Cho Cao 운하를 횡단 Go-Cong 시를 지나 여러 소하천 및 주운을 위해 건설된 운하들을 거쳐 남지나 해안 가까이 이르게 된다.

이러한 용수관선을 중심으로 자기 지선들과 도로

등이 축조될 것이며, 또 이 지구내의 해수(염수)침입 및 풍 피해를 막기 위하여 지구 전 주위에 방조제(97km)가 설계되며 지구내 배수로(하천)말단에는 배수갑문 및 통선문들이 설계된다.

이들 중량 구조물이 충적토층인 연약한 지반상에 축조될때, 축조도중 또는 축조후 파괴 및 활동현상이 중[〃] 발생하는 일이 있을 것이다. 이러한 문제의 해결을 위하여 기초지반의 전단강도 압밀등 역학적 성질의 검토가 필요한 사항으로 대두된다.

현장조사에 있어서 화란식 이중관식 원추관입 시험을 전 지구내 중요 구조물 설치 예정지점에 시행하여 지반의 지내력을 측정하였고 이에 병행하여 토질 시험실시물 위한 불교란시료를 지지력이 현저히 변하는 지층마다 채취하였다.

2. 토질시험

채취된 불교란시료는 한국에 운반하여 농공시험소 토질시험실에서 흙의 기본 물리성시험을 위시하여 압밀시험, 삼축 압축전단시험 및 일축압축전단시험등을 시행하였다. 흙의 분류와 역학적성질은 원추관입시험치와 비교검토하여 이곳에 설치될 여러 구조물 설계의 기본 계산수치로 제공되었으며 이에 의하여 기초처리의 여러가지 방안이 결정되었다.

가. 흙의 물리성

이 지구내 전지역에 걸쳐 거의 표토는 갈색 또는 엷은 회색을 띠고 소성 및 저소성 점질토임을 알수 있고 하층토는 색갈만 회색을 띠우나 점질토로서 5u 이하의 입자가 30% 이상 48%에 까지 이르며 액성한계치는 50%를 넘어 80%에 이르는 것 까지 있었다.

그러나 My Tho에서 Hoa Dong 군에 이르는 Cua Tieu 강 연안에서는 비교적 입자가 굵은 흙으로 5u 이하의 입자가 0~10% 정도로 나타나는 사질 쉘트로서 비소성이며 지지력이 많은 토층을 이루고 있다

나. 흙의 역학적 성질

지구내에 일반적으로 널리분포되고 있는 고소성 및 저소성 점질토에서는 현장원추관입 측정치가 최하의 평균치로 2.5kg/cm²를 보이며 이는 심도가 깊어짐에 따라서 증가하는 것을 볼수 있었다.

사질퇴적토층에서는 예측치가 50kg/cm²를 보이는 곳이 있어 Cua Tieu 강 연안이 대표적이며 Vam Lang 군방에서는 심도 10m에서 120kg/cm²(경점토층)의 큰 값을 보인 특이한 지점도 있었다.

불교란시료의 역학시험치는 흙의 내부마찰각의 평균치가 7°를 보이며 점착력의 평균치는 0.15kg/cm²를 보였다.

사질토에서의 흙의 내부마찰각은 약 30°, 점착력

은 0kg/cm² 이었다.

IV. 시험결과

현장토질 조사결과를 종합하면 지구내 토질은 고소성 또는 저소성 점질토임을 알수있고 관입저함치는 2.5kg/cm² 정도였다. 특수하게 일부지역에서 50kg/cm² 에서 120kg/cm² 를 보인곳도 있었다. 관입시험치의 곡선표에서 골곡이 많은것을 볼때 세립자와 조립자가 교체하여 퇴적되었음을 알수있다.

이는 채취시료에서 육안으로도 볼수 있었다.

현장함수량은 변화가 많으나 평균 약 50%를 보이고 가장 높은 것은 80%를 보였다.

현장습윤밀도 역시 변화가 많아 1.5t/m³ 에서 2.0t/m³ 까지 비교적 범위가 넓었으나 1.6t/m³ 가 대부분인 경향이였다.

밀도가 적은것은 홍수범람시에 하심에서 멀리 밀려나간 지역에 퇴적된 유기질 점질토임을 알수있었다.

역학시험에서 지구내 흙의 내부마찰각의 평균치

는 7°였으며 흙의 점착력은 1.5t/m² 을 시험하였다

My Tho 상류 양수장 설치 지점과 Cho Cao 운하 양수장관 설치장소의 지반구조는 사실토로서 흙의 내부마찰각이 30°나 된다.

이는 기초지반으로서 상당한 지지력을 갖는 지반이다.

그러나 Vam Co 강 연안은 연약한 지반으로서 구조물 축조에 있어 지반침하나 전단파괴등을 고려하여야 하겠다.

첨 부

종합시험 성적표

관입시험 곡선도

흙의 압밀 시험도

T~qc 도

φ~qc

w~rt 도

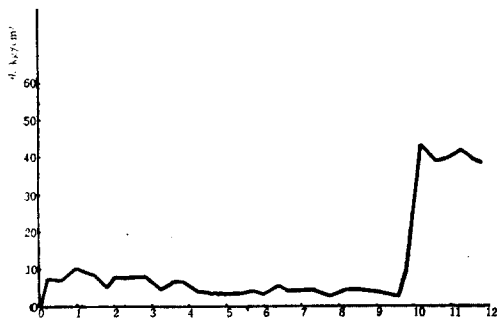
c~qc 도

Go-Cong 지구 평면도

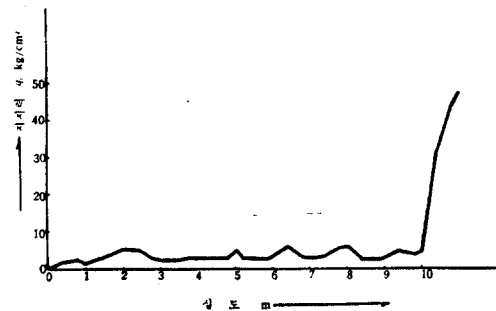
표-1 종합 시험 성적 표

시료명	심도	비중	분류	입 도 %				조 도 계 수 %			wn	rt	삼축시험		qu	qc
				5μ 이하	5μ~No 200	No 200~No 40	No 40 이상	L	P	I			a	c		
No 1	1.5			16.00	52.00	32.00						1.745	10 ⁵	0.32	m ²	2.8
"	3.2			32.00	49.00	19.00						1.575	-	0.20	0.40	2.5
No 2	1.5									32.00		1.910	7°	1.0		2.2
"	6.6	2.678	CH	26.50	56.50	17.00	62.98	21.33	41.65			(1.740	0	0.4		2.5
No 3	1.5			33.00	56.00	11.00						1.883	6	0.15		7.5
"	2.6			34.50	58.50	7.00						(1.883	16	0.05		7.5
"	6.4			0	9.00	91.00						(2.030	14	0		5.5
"	7.2			2.00	22.00	76.00							24	0		45
No 4	4.4			19.00	66.50	14.50						31.40	1.953	30	0.10	18.0
"	6.4			2.00	15.00	83.00						52.10	1.812	7	0.22	16.0
No 5	-			14.00	71.00	15.00						24.70	20.40	33	0.15	16.0
No 6	3.0			11.50	17.50	71.00										
"				6.00	33.00	61.00						37.70	1.920	15	0.20	3.5
"				0	5.50	94.50						15.30		31	0	13.50
No 7				12.00	40.00	48.00										
"				23.00	65.00	12.00										
"	4.4			8.00	35.00	57.00										
No 9				9.00	41.00	50.00										
"	3.5			8.00	36.00	56.00										
"	7.5	2.692	CL	18.00	44.00	38.00	35.75	17.88	17.87			28.55	2.010	30	0	6.0
No12	2.6			9.00	69.00	22.00						80.5	1.833	10	0.10	2.5
"	3.2			1.00	69.00	30.00						67.80	1.620	5	0.30	16
No15	9.4			35.00	57.00	8.00						(27.57	1.820	30	0	55
No17		2.724	CH	43.00	44.00	13.00	80.00	26.06	53.94			14.46	1.970	32	0	13.0

"	1.8	—	—	4.00	89.00	7.00	—	—	—	—	60.10	1.625	4	0.10	—	1.5
No19	—	—	—	33.00	60.00	7.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
No19	12	—	—	33.00	60.00	7.00	—	—	—	—	44.10	1.846	8	0.05	—	10.0
No20	—	—	—	9.50	60.50	30.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
No21	—	—	—	29.00	54.00	17.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
"	3.5	—	—	34.00	43.00	23.00	—	—	—	—	55.60	1.670	5	0.10	—	30
"	9.4	—	—	4.50	26.50	69.00	—	—	—	—	20.10	2.130	12	0.30	—	75
No22	4.5	—	—	48.00	40.00	12.00	—	—	—	—	57.70	1.540	4	0.15	—	1.8
No26	5.4	2.650	CH	15.00	60.00	25.00	64.87	27.71	37.16	—	85.20	1.697	6	0.20	—	5.0
"	12.0	—	—	18.00	45.00	37.00	—	—	—	—	65.30	1.605	4	0.12	—	11.0
No27	6.4	—	—	32.50	52.50	15.00	—	—	—	—	65.70	1.630	4	0.15	—	2.0
No28	2.6	—	—	28.00	53.00	19.00	—	—	—	—	52.40	1.810	0	0.15	—	2.2
"	4.6	—	—	36.00	55.00	9.00	—	—	—	—	42.25	1.810	3	0.25	—	2.5
"	5.6	2.712	CL	38.00	47.00	15.00	45.20	20.58	24.62	—	—	1.843	4	0.22	—	2.2
No30	4.0	—	—	30.50	58.50	11.00	—	—	—	—	49.00	1.750	6	0.1	—	2.2
No31	1.4	2.688	CH	30.00	61.00	9.00	61.00	17.49	43.51	—	59.40	1.683	7	0.15	—	1.9
"	표토	—	—	25.00	62.00	13.00	—	—	—	—	41.00	1.863	7	0.15	—	4.5
No12	2.6	—	—	22.00	51.00	29.00	—	—	—	—	40.60	1.923	10	0.45	—	—
No13	3.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29.30	1.930	12	0.20	—	16
No16	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33.00	1.750	7	0.20	—	13.5
"	3.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.59	1.857	6	1.30	—	8.5
No18	5.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40.40	1.890	15	0.25	—	4.3
"	7.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52.00	1.815	7	0.20	—	8.0
No22	7.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45.60	1.775	7	0.35	—	8.0
"	8.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47.10	1.568	3	0.15	—	1.7
o29	4.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76.30	1.470	5	0.15	—	7.0
"	8.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.870	8	0.15	—	2.5
No32	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42.90	1.830	6	0.15	—	3.0
"	5.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35.00	1.880	7	1.00	—	4.5
"	5.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.10	1.677	7	0.15	—	3.5



양수장지검 관입 시험치



cha coo 용수잡관 관입시험치

그림 1. 관입시험 곡선도

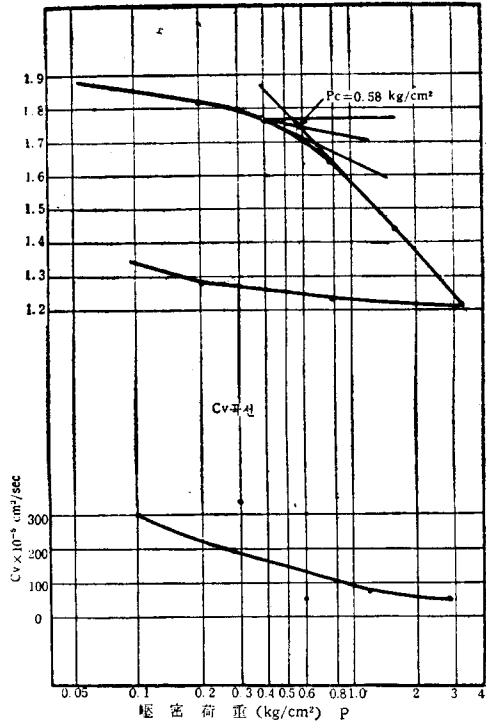
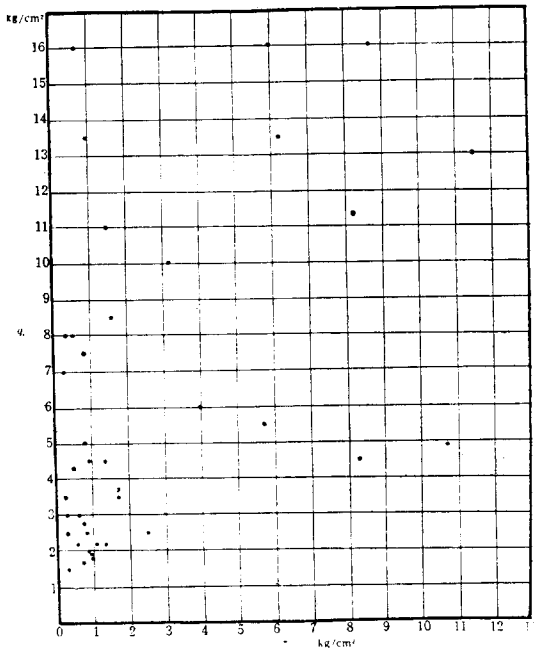


그림 2. 흙의 압밀 시험결과



(Go-Cong 지수)

- 분류 : CL
- Ce : 0.73
- LL : 45.20%
- PL : 20.78%
- G : 2.712
- k : $6.62 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$
- wo : 62.20%
- eo : 1853
- so : 01.00%
- rd : 1.113g/cm
- Wt : 50.50%
- ef : 1.280

그림 3. qc (Go-Cong 지수)

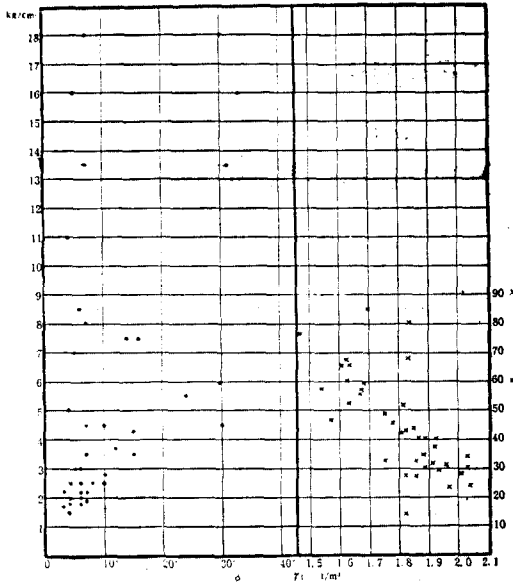


그림 4. $\phi \sim q_c$
 $\omega \sim r_t$

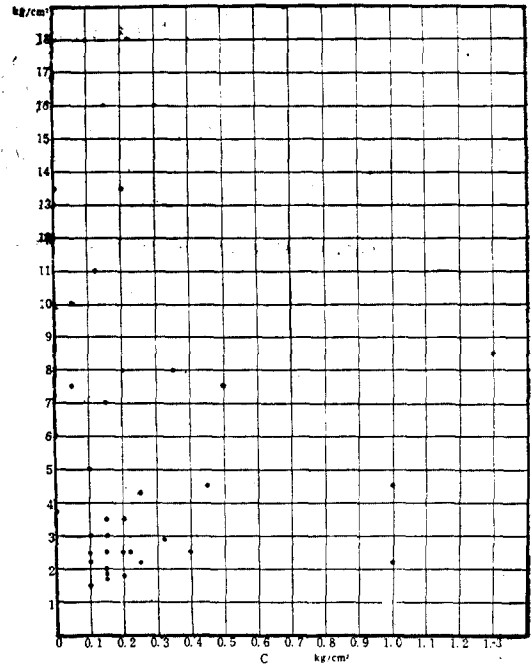


그림 5. $c \sim q_c$ (Go-cong 지구)

會 告

1) 會 費

毎年 莫重한 事業을 推進하면서도 恒常 會費 納付가 遲延되고있어 學會 運營에 支障이 많습니
다. 會員諸賢께서는 이 點을 널리 惠諒하시어 早速한 時日內에 會費를 自進納付하 여주시기를
바랍니다. 兼하여 技術書籍에 對한 贊助金 未納會員께서도 早速히 納付하도록 아울러 付託드립
니다.

2) 會員加入願

加入願 用紙를 配付하였으나 아직도 加入願이 到着되지 않고있어 會員 名單 整理를 못하고 있
아오니 加入願도 빠른 時日안에 提出하여 주십시오. 今年 부터는 個別로 加入願을 提出하여야
합니다.