

# 軟弱地盤上の 橋梁設計例

## A Design of the Bridge Foundation on soft Foundation

金 周 範\*  
Joo Bum Kim

### 1. 서 언

대단위 농지기반조성사업의 일환으로 축조된 남양 및 아산방조제에서 내부개답공사로 간사지 및 기설답의 경지정리 농사를 시행함에 있어 각종 공작물은 거의 하해 혼성 퇴적토상에 설계 및 시공되어 이러한 기초지반은 함수비가 많고 연약한곳이 대부분이어서 기초처리에 상당한 주의가 필요하였다. 본교량은 지구내 연약지반상의 구조물 시공에로 위치는 안중에서 아산 방조제로 가는 도중 도대천에 위치하고 있다.

### 2. 현장조사

1975년 11월경 교각설치 위치에 이종관식 원추관 입시험을 4개소에 실시하였고 1976년 3월에 교각 기초를 시공하는 도중 유대향 원추관입 시험을 각 교각마다 시행하였으며 동시에 불교란 시료를 채취하여 실내시험을 시행하였다.

### 3. 시험결과

사운딩조사결과에 의하면 퇴적토의 깊이는 약 7m 내외로 지표에서 약 4m 심도에서 원추관입저항치는  $q_u = 5\text{kg/cm}^2$  내외이고 동심도 이하에서는 점차 그 값이 커져서 약 7m 심도에서는  $q_u = 150\text{kg/cm}^2$  이상을 보였다.

흙의 분류결과는 통일흙분류로 저소성점질토(CL)에 해당되고 현장함수비는 상층부에서 40% 이상 하층부에서 40% 이하이고 흙의 단위용적중량은 상층부에서  $1.75\text{t/m}^3$  이상 하층부에서  $1.763 \sim 1.917$

$\text{t/m}^3$ 으로 다양한데 이는 퇴적토가 균질이 아닌것을 나타내고 있다. 전단강도는 실내시험에서는 빈약하게 나타났고 현장에서는 운반 이동되지 않은 상태에서 일축전단치는 평균  $q_u = 0.54\text{kg/cm}^2$ 로 나타났다.

### 4. 처 리

원칙적으로 집중하중이 작용하는 구조물임으로 경지반이 위치한 부위까지 도달하는 약 4m 길이의 말뚝기초로 처리를 하는것이 무난하겠으나 토질역학 이론을 최대한으로 활용하여 말뚝을 없애고 모래치환기초로 하는 것으로 하였으며 지반의 지지력이  $q_u = 7.9\text{t/m}^2$ 으로 작용하중  $P = 5.34\text{t/m}^2$ 에 비하여 큰으로 안전한 것으로 판단하였다. 다만 부동침하가 우려되었으나 사운딩 곡선도에서도 볼 수 있는바 모래층이 치환 기초하부에 개재되어 이 층에 의하여 신속히 시공도중에 대부분의 압밀이 일어날것을 예상하였으며 침하층의 두께는 사층을 포함하여 약 3m 정도로 크게 우려되는 것은 안이었다.

Tchebotarihoff의 공식( $\phi=0$ )

$$q_u = \frac{1}{3} \times 5.52 \times C \left( 1 + 0.38 \frac{D_f}{B} + 0.44 \frac{B}{L} \right) \\ = \frac{1}{3} \times 5.52 \times \frac{5.4}{2} \left( 1 + 0.38 \frac{3.5}{3} + 0.44 \frac{3}{10} \right) \\ = 7.9\text{t/m}^2$$

여기서  $q_u$ : 흙의 許容支持力 ( $\text{t/m}^2$ )

$D_f$ : 構造物の 根入깊이 ( $\text{m}$ )

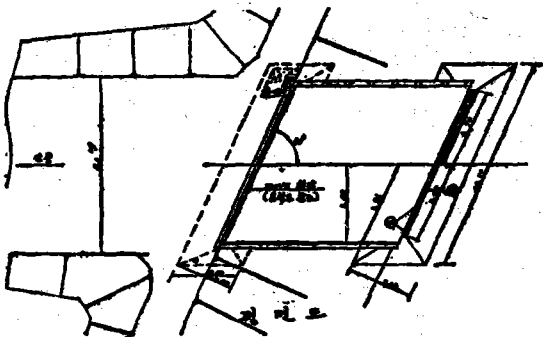
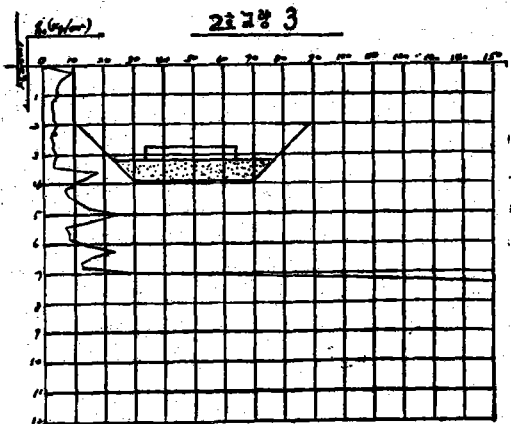
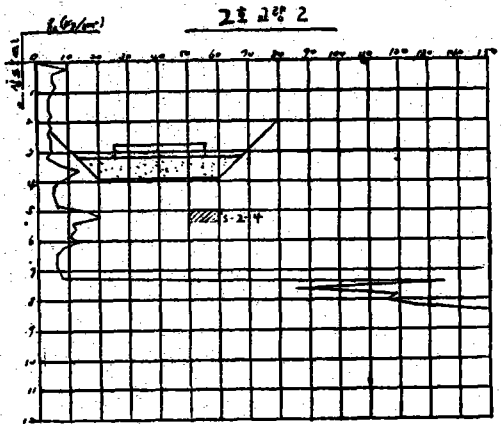
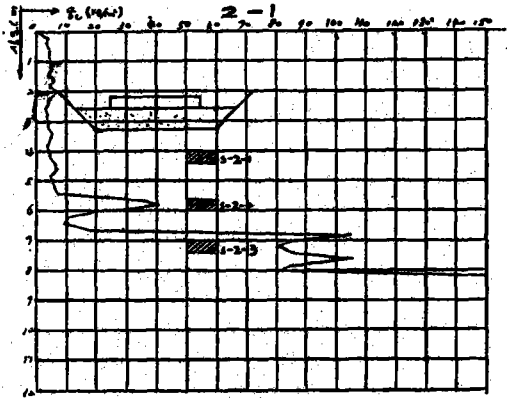
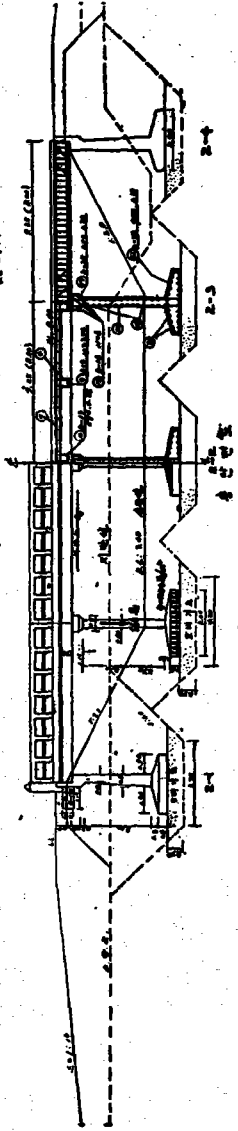
$B$ : " 幅 ( $\text{m}$ )

$L$ : 構造物の 길이 ( $\text{m}$ )

$C$ : 흙의 粘着力 ( $\text{t/m}^2$ )

\* 農業振興公社 農工試驗所

그림 1 도매하도경외 제2호 교량 구조도 (단면도)  $\alpha S = 1:100$

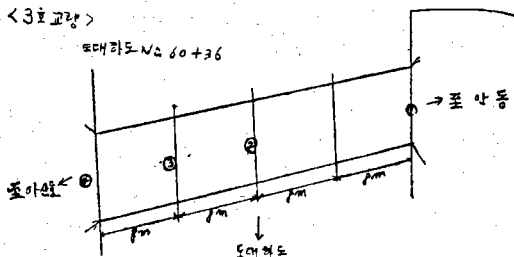
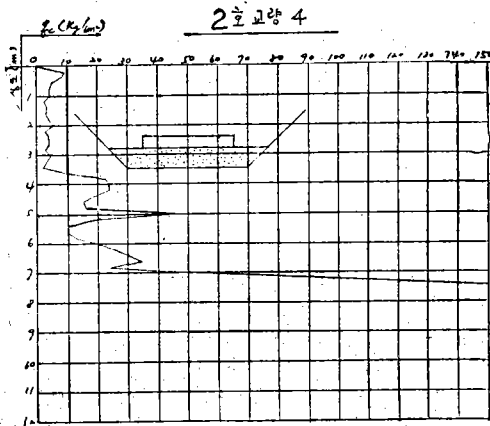
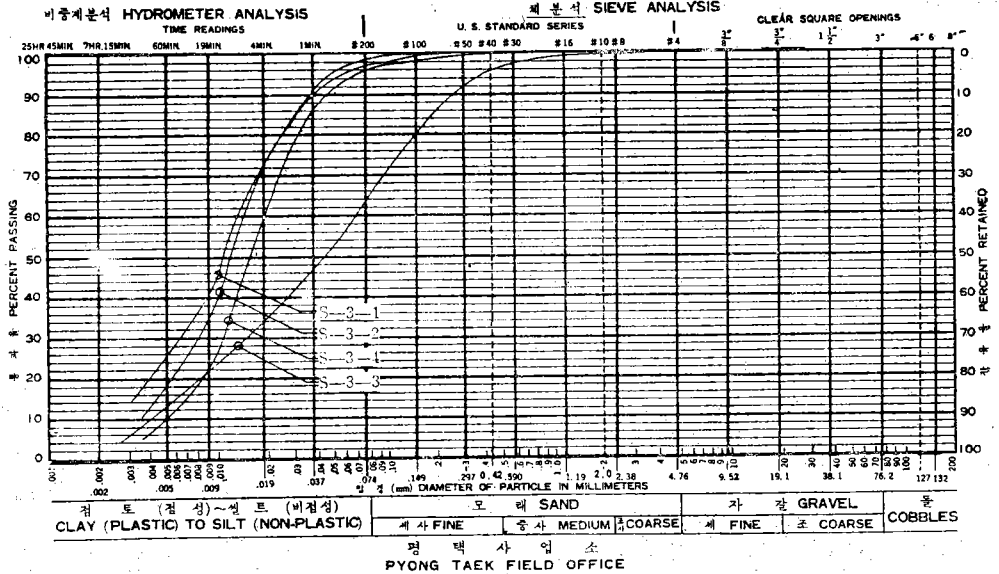


5. 결 언

본 교량은 군사용 도로로서 중차량이 통행하게 되어 기초처리에 상당히 논의가 많았던 것으로 말뚝 기초를 사용하지 않고 모래치환 기초로서 처리하게

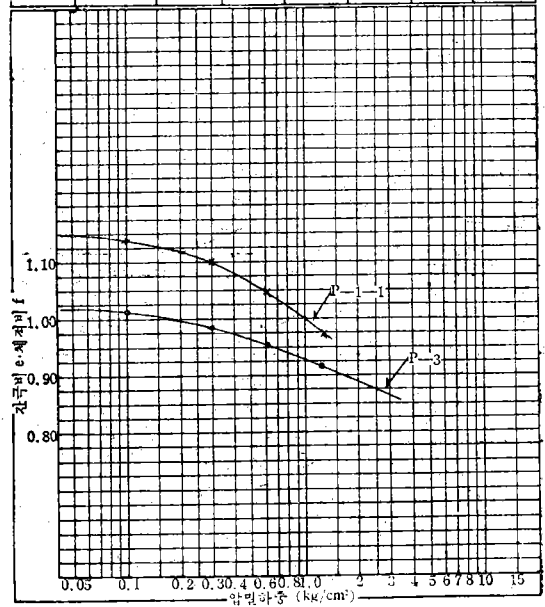
된 것은 금강지구 연약지대에 시공된 다른 여러 구조물에 대한 실제 및 시공의 경험과 실증을 참고하여 처리하게 되었다.

본교량은 1976년 3월에 착공 동년 5월에 완공된 이후 1977년 3월현재 별다른 사고없이 기능을 다하고 있으며 침하도 크게 일어나지 않고 있다.



흙의 압밀실험

시료명	채취심도 (m)	액성한계 LL(%)	초기배수비 $f_s$	토기간극비 $e_0$	압축지수 $C_c$	상대단열비 $\alpha$	$\text{cm}^2/\text{sec}$ $C_v$
P-3	1.6	32.8		1.008	0.146		$576 \times 10^{-4}$
P-1-1	2.1	35.9		1.131	0.216		$123 \times 10^{-4}$



(표 1)

토질시험결과일람표(기초지반용)

Soil Test Results (for Foundation Investigation)

지구명 Project 평택 시료채취자 Sampled by 시험일자 Data 1975. 10

조사번호 Test No. 채취위치 Sampled at 시험자 Tested by

시		표	명	S-2-1	S-2-2	S-2-3	S-2-4	
심		Sample	도					
Depth			m	4.0~4.4	5.6~6.0	7.0~7.4	5.0~5.4	
입 도 시 험	자갈(4760 $\mu$ 이상)	Gravel	%	—	—	—	—	
	모래(74~4760 $\mu$ )	Sand	%	2.62	1.04	37.00	3.62	
	실트(5~74 $\mu$ )	Silt	%	71.38	80.46	50.00	86.38	
	점토(5 $\mu$ 이하)	Cly	%	26.0	18.5	13.0	10.0	
역 성 험	균등계수 Cu	Coeff. of Uniformity						
	곡률계수 Cc	Coeff. of Curvature						
조 성 험	액성한계 LL	Liquid Limit	%	35.2	37.6	31.7	34.0	
	소성한계 PL	Plastic Limit	%	20.1	21.6	18.6	23.3	
	소성지수 PI	Plasticity Index		15.1	16.0	13.1	10.7	
통일 흙분류				CL	CL	CL	CL	
Spceific Gravity				2.686	2.630	2.629	2.664	
자 연 상 태	함수비	Moisture Content	%	51.6	33.0	36.2	38.0	
	습윤단위중량	Wet Unit Weight	g/cm <sup>3</sup>	1.763	1.889	1.917	1.845	
	간극비	Void Ratio						
	포화도	Degree of Saturation	%					
요 성 험	일시 수압 축험	Unco nfin ed Comp. Test	일축압축강도 qu	kg/cm <sup>2</sup>	0.093	1.268	0.937	0.30
			역민비 St	Sensitivity Ratio				
	일시 면 전 단 험	Direct shear Test	※시험조건					
			점착력 c	kg/cm <sup>2</sup>				
	삼시 추 압 축 험	Triaxial Comp Test	※시험조건					
			점착력 c	kg/cm <sup>2</sup>	0.10			0.18
			내부마찰각 $\phi$ 도	Angle of Internal Friction	2°30'			6
			압밀선행하중 P <sub>0</sub>	kg/cm <sup>2</sup>				
	압 밀 시 험	solida tion Test	압축지수 Cc					
			Precompression Load					
투수계수				k cm/sec				
비고				※ 비압밀비배수시험 : UU, Unconsolidated-Undrained Shear Test 압밀비배수시험 : CU, Consolidated-Undrained Shear Test 압밀배수시험 : CD, Consolidated-Drained Shear Test				

(표 2)

토질시험결과일람표(기초지반용)

Soil Test Results (for Foundation Investigation)

지구명 평택 시료채취자 시험일자 1976. 3  
 Project \_\_\_\_\_ Sampled by \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
 조사번호 채취위치 시험자  
 Test No. \_\_\_\_\_ Sampled at \_\_\_\_\_ Tested by \_\_\_\_\_

시 료 명		P-3	P-1-1	P-1-2		
Sample						
심 도		1.6~	2.1~	1.6~	~	
Depth		m				
입 부 시 험 법 Mechanical Analysis	자갈(4760 $\mu$ 이상) Gravel	%				
	모래(74~4760 $\mu$ ) Sand	%	1.34	2.19	2.05	
	실트(5~74 $\mu$ ) Silt	%	76.16	79.13	70.45	
	점토(5 $\mu$ 이하) Clay	%	22.5	18.5	27.5	
	균등계수 Cu Coeff. of Uniformity					
곡률계수 Cc Coeff. of Curvature						
조 부 시 험 법 Consistency	액성한계 LL Liquid Limit	%	32.8	36.9	30.5	
	소성한계 PL Plastic Limit	%	21.4	19.3	19.7	
	소성지수 PI Plasticity Index		11.4	17.6	10.8	
통일 흙분류 Unified Soil Classification			CL	CL	CL	
흙의 비중 Speific Gravity		Gs	2.685	2.679	2.689	
자 연 상 태 Natural Status	함수비 w Moisture Content	%	42.24	41.98	41.84	
	습윤단위중량 rt Wet Unit Weight	g/cm <sup>3</sup>	1.764	1.759	1.766	
	간극비 e Void Ratio					
	포화도 Degree of Saturation	%				
역 공 학 성 질 Engineering Properties	일시압시험 Unconfined Comp Test	일축압축강도 qu kg/cm <sup>2</sup>	0.25	0.40	0.38	
	유한변형 Sensitivity	예민비 St			0.54 (현장시험)	
	일시면전단시험 Ratio Direct shear Test	※ 시험조건 Test Condition				
		점착력 c kg/cm <sup>2</sup> Cohesion				
		내부마찰각 $\phi$ 도 Angle of Internal Friction				
	삼축압축시험 Triaxial Comp. Test	※ 시험조건 Test Condition				
		점착력 c kg/cm <sup>2</sup> Cohesion	0.11	0.21	0.17	
		내부마찰각 $\phi$ 도 Angle of Internal Friction	5	3°30'	4	
	압밀시험 Consolidation Test	압밀선행하중 Po kg/cm <sup>2</sup> Precompression Load				
		압축지수 Cc Compression Index				
투수계수 Coeff. of Permeability		k cm/sec				
비고 ※ 비압밀배수시험 : UU, Unconsolidated-Undrained Shear Test 압밀배수시험 : CU, Consolidated-Undrained Shear Test 압밀배수시험 : CD, Consolidated-Drained Shear Test						