

인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사(4-8공구)

말뚝동재하시험보고서

[교량 A2]

2021. 05.



대한기초엔지니어링주식회사
DAEHANFE FOUNDATION ENGINEERING CO., LTD

제 출 문

동부건설(주) 귀중

인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사(4-8공구)
말뚝동재하시험보고서

상기 건의 용역을 완수하고 본 보고서로 정리하여 제출합니다. 본 건 용역을 완수하기까지 수고하여 주신 관계자 여러분께 감사드립니다.

2021년 05월

경기도 의왕시 이미로40(포일동 653) C동 609호

 대한기초엔지니어링주식회사

대표이사 최 경 선

토목품질시험 기술사

토질 및 기초 기술사

전화 031)8069-8204(代) 전송 031)8069-8222



❖ 목 차 ❖

제1장. 개요

1.1 시험의 목적	1
1.2 시험의 범위	1
1.3 시험의 개요	2

제2장. 시험결과와 활용

2.1 향타에너지	5
2.2 향타응력	5
2.3 말뚝의 건전도	5
2.4 허용지지력의 결정	5

제3장. 결론

3.1 향타에너지와 효율	8
3.2 향타응력 평가	8
3.3 동재하시험시 지지력 검토	9
3.4 허용지지력 판정	9
3.5 결론	10

부록

1. CAPWAP Result Output Data
2. 시험사진

제1장. 개요

- 1.1 시험의 목적
- 1.2 시험의 범위
- 1.3 시험의 개요



제1장. 개요

1.1 시험의 목적

동재하시험의 목적은 항타분석기(PDA:Pile Driving Analyzer)를 이용하여 항타에 의해 말뚝에 작용하는 변형을 및 가속도를 측정, 분석함으로써 해머의 효율, 말뚝에 작용하는 응력 및 에너지, 말뚝의 건전도, 말뚝의 지지력을 말뚝 설계자료와 비교하는데 그 목적이 있다.

1.2 시험의 범위

가. 공간적 범위

- (1) 공 사 명 : 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사(4-8공구)
- (2) 현장위치 : 인천광역시 중구 운서동 일원
- (3) 시험수량 : 3개소 [초기항타 동재하시험:2개소, 재항타 동재하시험:1개소]
- (4) 시험위치 : 교량 A2 (No.90,7)

나. 시간적 범위

- (1) 현장시험 : 2021년 04월 29일~2021년 05월 14일
- (2) 성과분석 : 2021년 05월 03일~2021년 05월 17일
- (3) 보고서작성 : 2021년 05월 31일





1.3 시험의 개요

가. 시험조건

구분	말뚝 번호	시험 구분	말뚝 종류 (mm)	해머 중량 (ton)	관입 심도 (m)	시공 방법	시공 날짜	시험 날짜
PDA-1	A2 No.90	초기항타	$\phi 500(t=12)$ 복합말뚝	6.0 (DROP)	48.5	S.D.A	21.04.29	21.04.29
PDA-2	A2 No.7	초기항타	$\phi 500(t=12)$ 복합말뚝	6.0 (DROP)	49.3	S.D.A	21.04.30	21.04.30
PDA-3	A2 No.7	재항타	$\phi 500(t=12)$ 복합말뚝	6.0 (DROP)	49.3	S,D,A	21.04.30	21.05.14

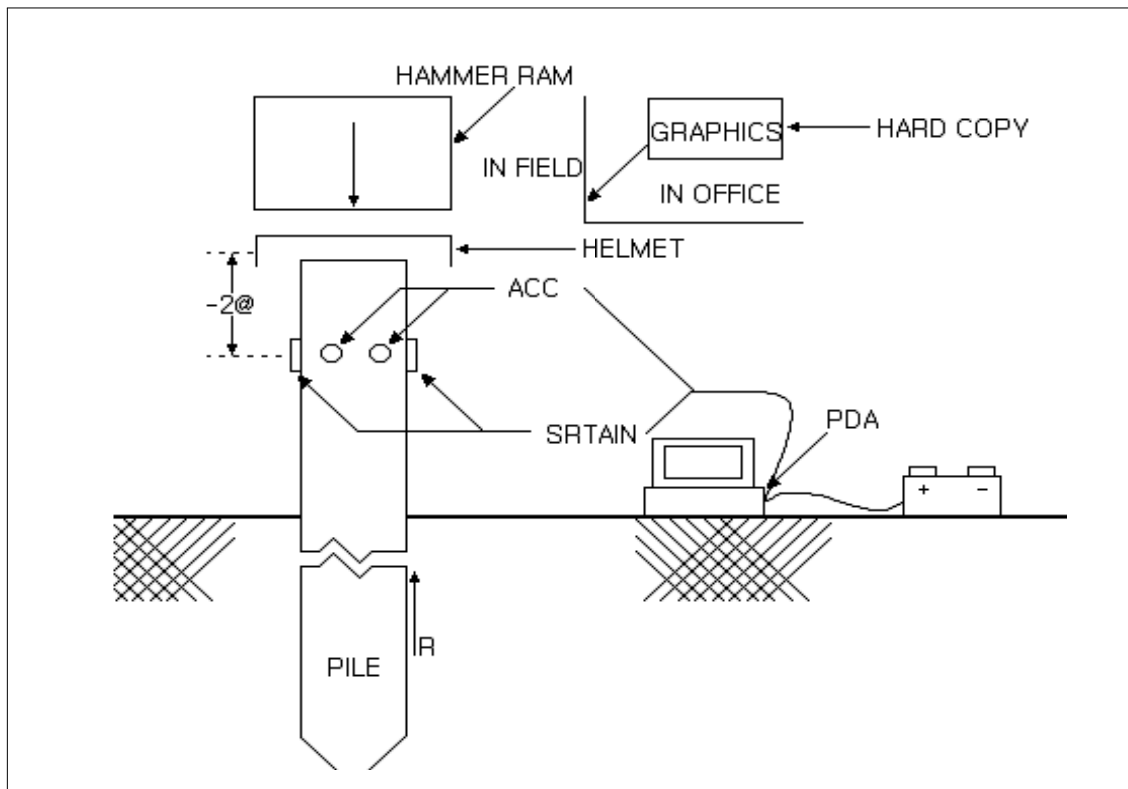
■ 초기항타시험(End of Initial Driving:E.O.I.D)

타격에 의해 말뚝에 걸리는 응력, 타격시의 지지력 등을 측정하여 본 시공을 위한 시공 관리 기준을 만들기 위해 시행하는 시험으로 항타 직후 또는 항타중에 수행하는 시험.

■ 재항타시험(Restrike)

말뚝시공후 일정한 시간이 경과한후 실시하는 시험으로 시간경과에 따르는 주변마찰력의 증감, 지반의 강도회복(Set-up) 효과의 확인과 함께 말뚝의 허용지지력 산정을 위해 실시하는 시험.

나. 시험모식도





다. 시험장비

본 시험에 사용된 시험장비 및 기구의 명칭 및 사양을 살펴보면 다음과 같다.

기기명	항목	사양
동재하시험기 (PDA)	GRL User Imprint	DAEHAN FDN ENGINEERING CO., LTD.
	Model	PAL, PAX, 8G
	User Imprint	DAEHAN FDN ENGINEERING CO., LTD.
변형률게이지 (Strain Transducer)	Effective Gage Length	3inch(76mm)
	Size	4.5×1.4×0.4inch(115×35×11mm)
	Material	Aluminum
	Circuit	Full bridge;2pair shielded cable
	Sensitivity	380 μ ε /mV/V typical
	Strain Range	2,000 μ ε when dimly attached
가속도게이지 (Piezoelectric Accelerometer)	Mounting	To special aluminum block
	Circuit	Integral impedance converting electronics
	Sensitivity	1.0 mV/g with 10 N.D.C. bias voltage
	Range	5,000g's
	Frequency Range	0.25 to 7,000Hz
	Temperature Range	-50 to 120℃ Operating



제2장. 시험결과의 활용

- 2.1 향타에너지
- 2.2 향타응력
- 2.3 말뚝의 건전도
- 2.4 허용지지력의 결정



제2장. 시험결과의 활용

2.1 항타에너지

해머의 정격에너지를 계산($=$ 낙하높이 $\times$ 램의 무게)하고 동재하시험으로 말뚝에 전달되는 에너지를 측정하여 햄머 시스템의 효율($=$ 전달된 에너지/정격에너지)을 확인한다.

2.2 항타응력

말뚝재료에 발생하는 압축 및 인장 항타응력을 측정하므로 말뚝재료의 파손 가능성을 판단할 수 있다. 따라서 말뚝재료가 허용하는 범위까지 항타응력을 유지하는 시공기준을 적용함으로써 시공의 효율을 높일 수 있다.

2.3 말뚝의 건전도

말뚝재료의 손상이나 용접이음부위의 건전도를 확인할 수 있다. 이들의 말뚝손상 기준(Rausche & Goble, 1979)은 다음과 같이 나타나 있다.

말뚝손상 기준(Rausche & Goble, 1979)

건전도 지수[BTA]	손상정도
100%	손상되지 않음(Undamaged)
80%~100%	미세한 손상(slightly damaged)
60%~80%	손상(Damaged)
60% 이하	부러짐(Broken)

Rausche등(1978)은 F 와 V 파형의 접근정도에 따라 말뚝의 손상을 평가하고 건전도 지수(BTA)를 결정하였다.

2.4 허용지지력의 결정

동재하시험은 정재하시험의 하중-침하량 분석에서 알 수 있는 자료보다 많은 정보를 제공한다. 그러나 말뚝 거동에 대한 고려없이 일률적으로 안전율을 적용하게 되면 비경제적인 설계가 될 수 있다. 그러므로 Case 방법에 의한결과는 현장에서 말뚝의 지지력을 개략적으로 파악하는데 사용하고 CAPWAP 분석으로부터 하중-침하량 관계를 도출하고 합리적인 판단기준으로 허용지지력을 결정해야 한다.





가. Case방법(간편법)

이 방법은 동재하시험의 지지력 해석방법 중 간편 계산법이라 할 수 있다. Case방법은 말뚝머리에 변형률 측정기와 가속도 측정기를 설치하여 계측한 값을 공식에 대입하여 직접 지지력을 구하는 방법이다. 이에 반하여 후술할 CAPWAP방법은 프로그램을 이용하여 반복법으로 지지력을 찾는 방법이다.

나. CAPWAP방법

CAPWAP(Case Pile Wave Analysis Program : GRL Associate, Inc., 1996) 방법은 Case 방법과 같이 말뚝두부에서 측정된 힘과 시간 또는 가속도와 시간과의 관계를 이용하여 지지력을 예측하는 방법이나, Case방법에서처럼 약산 공식을 이용하지 않고 프로그램을 이용하여 구하는 방법이다. CAPWAP은 Case Western Reserve University에 의해 개발되었으며 향타분석기로부터 얻어진 힘과 속도파를 이용, 말뚝에 작용하는 힘과 말뚝의 변위를 정량화하여 시행착오법에 의한 signal matching 과정을 통해 말뚝의 경계조건 즉 말뚝의 지지력, 지반저항력의 분포, quake 및 damping 계수 등을 결정하는 방법이다.

향타분석기에 의한 계산출력치

출력치	내용
CSX(FMX)	게이지 위치에서의 최대압축력
CSB(CFB)	말뚝 선단부에서의 최대압축력
TSX(CTX)	말뚝에 작용하는 최대인장력
DMX	게이지 위치에서의 최대변위
EMX	게이지 위치에서의 최대 향타에너지
ETR	에너지 전달율
BTA	말뚝의 손상정도를 나타내는 건전도 지수
RTL	말뚝의 Total Resistance(정적+동적)
RSP	Case 방법에 의한 정적 극한지지력(RSP W/Jc=0. #)
RMX	Case 방법에 의한 최대 정적 극한지지력(RMX W/Jc=0. #)
RMN	Case 방법에 의한 최소 정적 극한지지력
RUS	Early unloading을 보정한 정적 극한지지력(RSU W/Jc=0. #)
RAU	Case 방법에 의한 선단지지 말뚝의 극한지지력



제3장. 결론

- ◆ 3.1 항타에너지와 효율
- ◆ 3.2 항타응력 평가
- ◆ 3.3 동재하시험시 지지력 검토
- ◆ 3.4 허용지지력 판정
- ◆ 3.5 결론



제3장. 결론

3.1 항타에너지와 효율

구분	말뚝 번호	시험 구분	hammer 중량 (ton)	낙하고 (m)	항타 에너지 (kNm)	타격 에너지 (kNm)	에너지 전달율 (%)
PDA-1	A2 No.90	초기항타	6.0	2.0	63.6	117.7	54.04
PDA-2	A2 No.7	초기항타	6.0	1.5	48.1	88.3	54.47
PDA-3	A2 No.7	재항타	6.0	2.0	91.7	117.7	77.91

■ 에너지 전달율(Energy Transfer Ratio)

$$ETR(\text{에너지 전달율}) = \frac{EMX(\text{항타에너지})}{E_p(\text{타격에너지})}$$

3.2 항타응력 평가

구분	말뚝 번호	시험 구분	항타 에너지 (kNm)	말뚝에 작용하는 응력		최대 압축응력 (MPa)	응력 평가 (%)
				CSX (MPa)	TSX (MPa)		
PDA-1	A2 No.90	초기항타	63.6	140.0	7.94	140.0	66.04 (STEEL)
				24.1	3.35	25.4	54.04 (PHC)
PDA-2	A2 No.7	초기항타	48.1	118.3	7.24	119.5	56.37 (STEEL)
				20.8	3.31	21.5	45.74 (PHC)
PDA-3	A2 No.7	재항타	91.7	179.7	7.56	183.1	86.37 (STEEL)
				32.5	5.76	35.2	74.89 (PHC)

■ 항타분석기에 의한 계산출력치(내용)

- 1) CSX : 말뚝두부에서의 압축응력
- 2) TSX : 말뚝에서의 최대인장응력
- 3) 최대압축응력 : 말뚝에서의 최대압축응력

■ 응력평가 (항타응력 제한치 규정)

- 1) STEEL허용압축인장응력 : 211.8 MPa ($0.9\sigma_y = \sigma_y \times 90\% = 235.35 \times 0.9 = 211.8 \text{ MPa}$)

종류	강재의 항복강도	허용압축응력	허용인장응력
STEEL	235.35 MPa(2400 kgf/cm ²)	211.8 MPa	211.8 MPa

- 2) PHC허용압축응력 : 47.0 MPa ($0.6f_{ck} = 0.6 \times 78.4 = 47.0 \text{ MPa}$)

- 3) PHC허용인장응력 : 6.1 MPa ($0.25\sqrt{f_{ck}} + f_{pe} = 0.25\sqrt{78.4} + 3.9 = 6.1 \text{ MPa}$)

종류	콘크리트의 압축강도	유효프리스트레스량	허용압축응력	허용인장응력
PHC(A종)	78.4 MPa(800 kgf/cm ²)	3.9 MPa(40 kgf/cm ²)	47.0 MPa	6.1 MPa



3.3 동재하시험시 지지력 검토

초기항타 동재하시험과 재항타시험을 비교 분석하여 마찰력의 증가량을 확인하고 양생기간에 따른 마찰력 증가량 또한 분석하여 전체지지력에 미치는 영향을 검토하는데 목적이 있다.

말뚝 번호	시험 구분	전체 지지력 (kN/본)	주면 마찰력 (kN/본)	선단 지지력 (kN/본)	허용지지력 (kN/본) 안전율=2.5
A2 No.7	초기항타	1961.9	449.4	1512.5	784.76
A2 No.7	재항타	3421.6	1529.8	1891.8	1368.64
변화량		1459.7 ↑	1080.4 ↑	-	583.8 ↑

위의 표는 시멘트페이스트의 양생으로 인한 지지력의 증가된 상태를 나타내며, 주면마찰력은 1080.4kN/본 이상 증가하는 것으로 나타났다.

3.4 허용지지력 판정

구분	말뚝 번호	시험 구분	관입 심도 (m)	CAPWAP Result Output Data			허용 지지력 (kN/본) 안전율=2.5	설계 지지력 (kN/본)
				전체 지지력 (kN/본)	주면 마찰력 (kN/본)	선단 지지력 (kN/본)		
PDA-1	A2 No.90	초기항타	48.5	1793.3	497.0	1296.3	717.32	596.981
PDA-2	A2 No.7	초기항타	49.3	1961.9	449.4	1512.5	784.76	596.981
PDA-3	A2 No.7	재항타	49.3	3421.6	1529.8	1891.8	1368.64	596.981





3.5 결론

동부건설(주)에서 시공중인 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사(4-8공구) 현장에 동재하시험을 실시한 결과 아래와 같이 검토, 분석되었다.

가. 일반사항

S.D.A 공법으로 시공하여 시공직후에 초기항타 동재하시험을 실시하였고, 시간이 경과한 후 재항타 동재하시험을 실시하였다.

나. 항타에너지와 효율

본 현장은 6.0ton 해머(DROP)로 시험하였다. 항타에너지는 63.6kNm, 48.1kNm(초기항타), 91.7kNm(재항타)로 측정되었고, 에너지전달율은 54.04%, 54.47%(초기항타), 77.91%(재항타)로 확인되었다.

다. 항타응력 평가

압축응력 및 인장응력은 허용범위(100.0%) 이내로 확인되었다.

라. 허용지지력 판정

초기항타 동재하시험시 시공직후에 시험측정한 말뚝으로 토질 또는 SOIL CEMENT의 SET UP 효과를 고려하지 않은 결과이다. 재항타 동재하시험을 실시한 결과 시간경과에 따른 토질의 SET UP 현상 및 SOIL CEMENT 양생효과로 주면마찰력이 증가하였고, 설계지지력을 만족하는 허용지지력을 확인하였다.

마. 항타관리

항타관리는 다음과 같이 관리하는 것이 말뚝의 안정성 및 효율성에 있어서 적절할 것으로 판단된다.

시험위치	해머무게 (ton)	낙하고 (m)	최종관입량 (mm)
교량 A2	6.0	1.5	4.0 이내

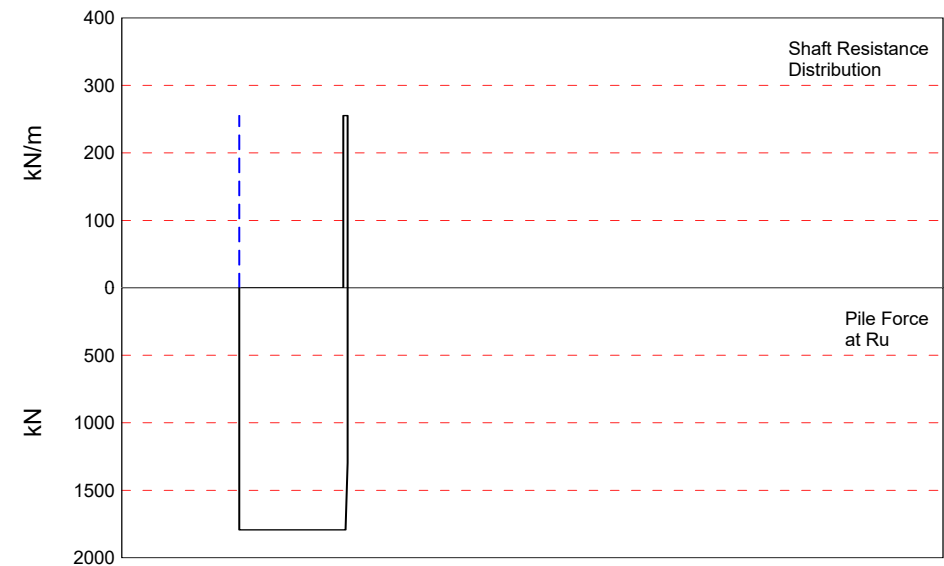
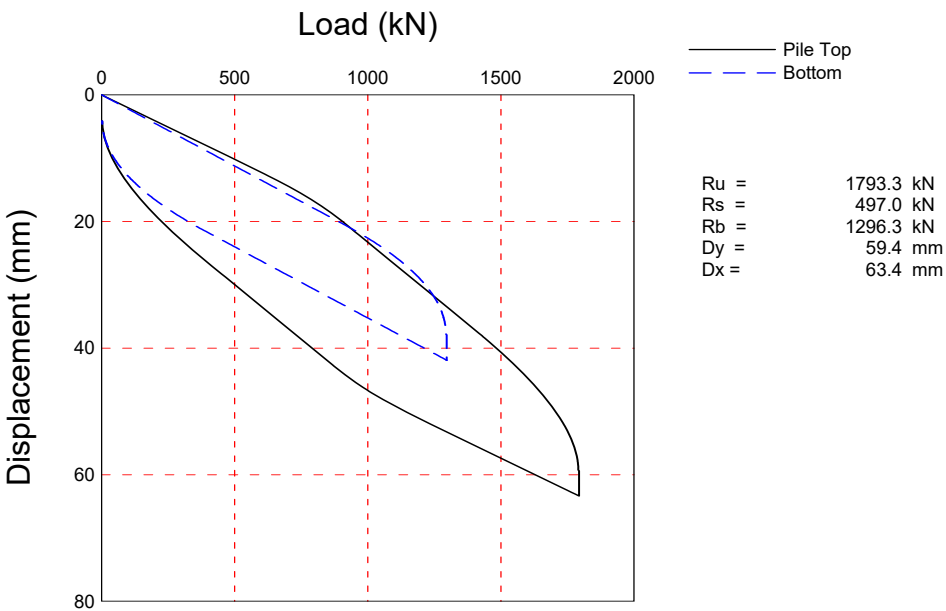
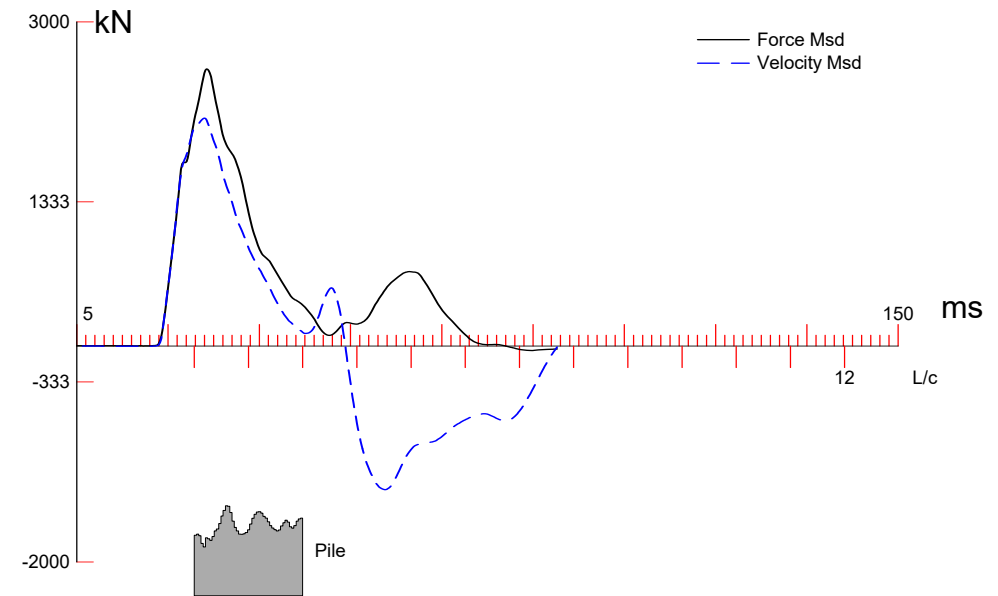
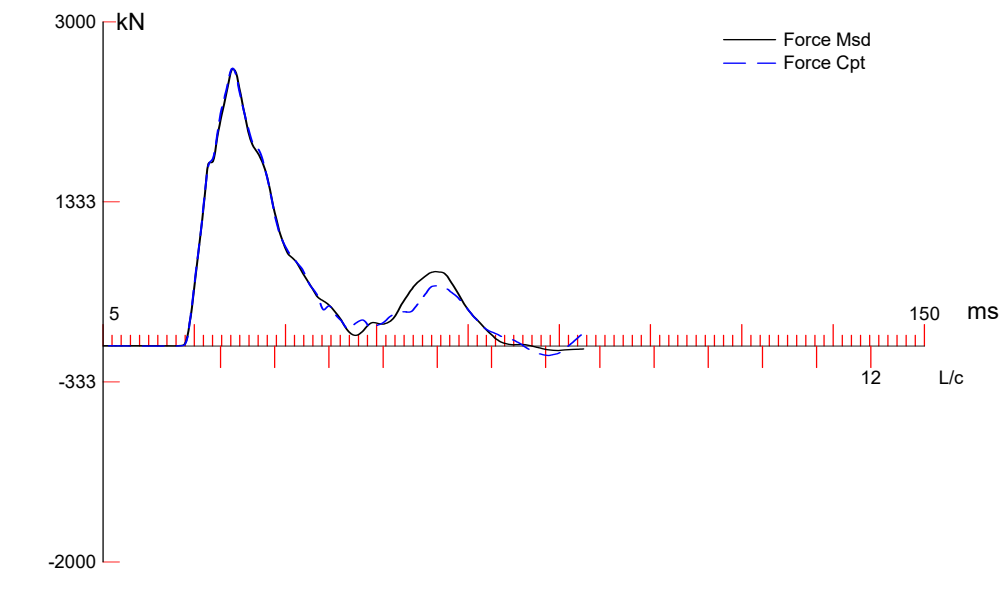
바. 본 시험의 해석은 CAPWAP 2006 Program을 사용하였으며, KS F 2591 규정에 준하여 해석하였다.



부록

- ◆ 1. CAPWAP Result Output Data
- ◆ 2. 시험사진

1. CAPWAP Result Output Data



동 부 건 설 ; Pile: 110429-5

A2 No.90; Blow: 15

Daehan Foundation Engineering Co. Ltd.

Test: 29-Apr-2021 14:40:

CAPWAP(R) 2006-3

CAPWAP SUMMARY RESULTS

Total CAPWAP Capacity: 1793.3; along Shaft 497.0; at Toe 1296.3 kN

Soil Sgmnt No.	Dist. Below Gages m	Depth Below Grade m	Ru kN	Force in Pile kN	Sum of Ru kN	Unit Resist. (Depth) kN/m	Unit Resist. (Area) kPa	Smith Damping Factor s/m
				1793.3				
1	3.7	3.2	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
2	6.2	5.7	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
3	8.1	7.6	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
4	10.1	9.6	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
5	12.0	11.5	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
6	14.0	13.5	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
7	15.9	15.4	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
8	17.9	17.4	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
9	19.8	19.3	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
10	21.8	21.3	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
11	23.7	23.2	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
12	25.6	25.1	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
13	27.6	27.1	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
14	29.5	29.0	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
15	31.5	31.0	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
16	33.4	32.9	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
17	35.4	34.9	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
18	37.3	36.8	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
19	39.3	38.8	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
20	41.2	40.7	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
21	43.2	42.7	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
22	45.1	44.6	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
23	47.1	46.6	0.0	1793.3	0.0	0.00	0.00	0.000
24	49.0	48.5	497.0	1296.3	497.0	255.35	162.54	1.071
Avg. Shaft			20.7			10.25	6.52	1.071
Toe			1296.3				6601.99	0.108

Soil Model Parameters/Extensions

		Shaft	Toe
Quake	(mm)	6.675	29.152
Case Damping Factor		0.719	0.189
Unloading Quake	(% of loading quake)	97	510
Reloading Level	(% of Ru)	100	100
Unloading Level	(% of Ru)	35	
Resistance Gap (included in Toe Quake) (mm)			23.685
Soil Plug Weight	(kN)		5.84

CAPWAP match quality = 3.49 (Wave Up Match) ; RSA = 0
 Observed: final set = 4.000 mm; blow count = 250 b/m
 Computed: final set = 3.002 mm; blow count = 333 b/m

동 부 건 설 ; Pile: 110429-5

Test: 29-Apr-2021 14:40:

A2 No.90; Blow: 15

CAPWAP(R) 2006-3

Daehan Foundation Engineering Co. Ltd.

max. Top Comp. Stress = 140.0 MPa (T= 28.1 ms, max= 1.000 x Top)
 max. Comp. Stress = 140.0 MPa (Z= 1.2 m, T= 28.1 ms)
 max. Tens. Stress = -7.94 MPa (Z= 5.0 m, T= 84.5 ms)
 max. Energy (EMX) = 63.67 kJ; max. Measured Top Displ. (DMX)=39.38 mm

EXTREMA TABLE

Pile Sgmnt No.	Dist. Below Gages m	max. Force kN	min. Force kN	max. Comp. Stress MPa	max. Tens. Stress MPa	max. Trnsfd. Energy kJ	max. Veloc. m/s	max. Displ. mm
1	1.2	2576.4	-100.3	140.0	-5.45	63.67	2.8	38.812
2	2.5	2568.0	-112.6	139.6	-6.12	63.66	2.8	38.740
5	6.2	2527.0	-155.5	73.3	-4.51	63.53	2.9	38.334
8	9.1	2540.9	-183.7	24.1	-1.74	63.39	2.9	37.850
11	12.0	2587.9	-202.5	24.5	-1.92	63.25	2.8	37.386
14	14.9	2620.7	-216.1	24.8	-2.05	63.16	2.8	37.052
17	17.9	2595.2	-226.1	24.6	-2.14	63.08	2.8	36.763
20	20.8	2543.8	-230.6	24.1	-2.18	62.96	2.8	36.373
23	23.7	2531.0	-242.9	24.0	-2.30	62.81	2.9	35.898
26	26.6	2537.9	-258.4	24.0	-2.45	62.66	2.9	35.429
29	29.5	2610.1	-273.8	24.7	-2.59	62.50	2.8	34.997
32	32.5	2675.8	-286.5	25.3	-2.71	62.27	2.7	34.476
35	35.4	2678.3	-303.7	25.4	-2.88	61.89	2.7	33.783
38	38.3	2655.6	-320.5	25.2	-3.04	61.36	2.8	32.905
41	41.2	2589.5	-335.9	24.5	-3.18	60.73	2.9	31.966
44	44.1	2646.3	-346.5	25.1	-3.28	59.97	2.8	30.967
45	45.1	2625.5	-348.9	24.9	-3.31	59.68	2.8	30.594
46	46.1	2605.3	-350.6	24.7	-3.32	59.39	2.8	30.230
47	47.1	2595.8	-351.7	24.6	-3.33	59.11	2.8	29.883
48	48.0	2581.5	-352.7	24.5	-3.34	58.83	2.9	29.540
49	49.0	2547.9	-353.5	24.1	-3.35	12.44	2.9	29.193
Absolute	1.2			140.0			(T =	28.1 ms)
	5.0				-7.94		(T =	84.5 ms)

동 부 건 설 ; Pile: 110429-5

Test: 29-Apr-2021 14:40:

A2 No.90; Blow: 15

CAPWAP(R) 2006-3

Daehan Foundation Engineering Co. Ltd.

CASE METHOD

J =	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
RP	2215.4	2018.7	1822.0	1625.3	1428.6	1231.9	1035.3	838.6	641.9	445.2
RX	2374.9	2147.1	1919.4	1695.8	1527.9	1527.9	1527.9	1527.9	1527.9	1527.9
RU	2215.4	2018.7	1822.0	1625.3	1428.6	1231.9	1035.3	838.6	641.9	445.2

RAU = 1503.2 (kN); RA2 = 1499.9 (kN)

Current CAPWAP Ru = 1793.3 (kN); Corresponding J(RP)= 0.21; J(RX) = 0.26

VMX	TVP	VT1*Z	FT1	FMX	DMX	DFN	SET	EMX	QUS
m/s	ms	kN	kN	kN	mm	mm	mm	kJ	kN
2.85	25.96	2029.8	2152.4	2565.6	39.377	4.011	4.000	63.6	2933.8

PILE PROFILE AND PILE MODEL

Depth	Area	E-Modulus	Spec. Weight	Perim.
m	cm ²	MPa	kN/m ³	m
0.00	183.97	206027.1	76.982	1.571
6.00	183.97	206027.1	76.982	1.571
6.00	1055.58	39226.5	24.026	1.571
49.00	1055.58	39226.5	24.026	1.571

Toe Area 0.196 m²

Segmnt Number	Dist. B.G.	Impedance	Imped. Change	Slack	Tension Eff.	Compression Slack	Compression Eff.	Perim.	Soil Plug
	m	kN/m/s	%	mm		mm		m	kN
1	1.25	739.85	0.00	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
2	2.49	753.58	1.86	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.29
3	3.74	733.97	-0.80	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.29
4	4.98	639.82	-13.52	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
5	6.18	596.20	-24.94	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
6	7.15	709.23	-31.46	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
7	8.13	695.51	-32.79	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
8	9.10	675.89	-34.68	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
9	10.07	723.94	-30.04	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
10	11.05	791.61	-23.50	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
11	12.02	815.15	-21.23	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
12	12.99	881.83	-14.78	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
13	13.97	974.01	-5.88	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
14	14.94	1042.66	0.76	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
15	15.91	1100.52	6.35	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
16	16.88	1093.66	5.69	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
17	17.86	1018.14	-1.61	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
18	18.83	911.25	-11.94	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
19	19.80	834.76	-19.33	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.98
20	20.78	791.61	-23.50	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
21	21.75	752.38	-27.29	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
22	22.72	750.42	-27.48	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
23	23.70	756.31	-26.91	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
24	24.67	772.00	-25.40	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00

동 부 건 설 ; Pile: 110429-5

Test: 29-Apr-2021 14:40:

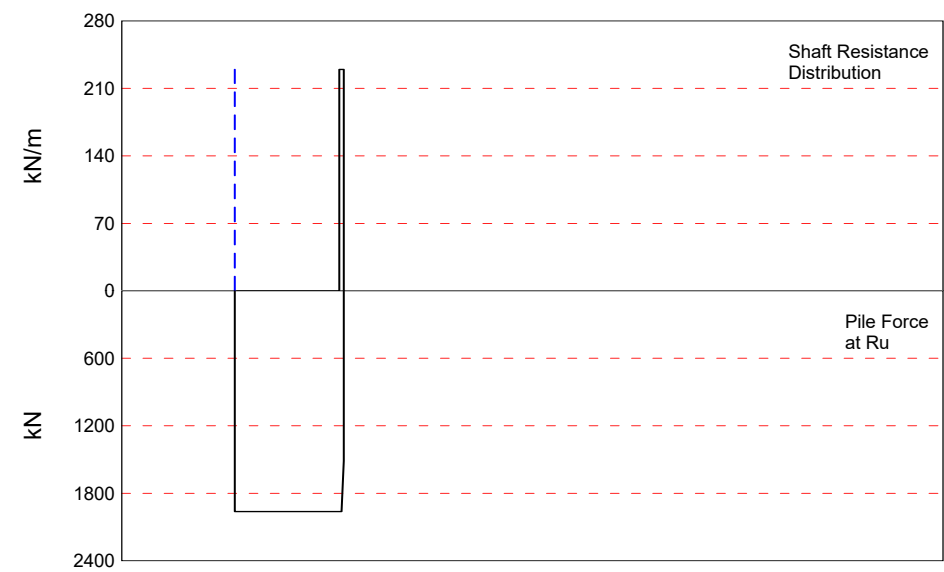
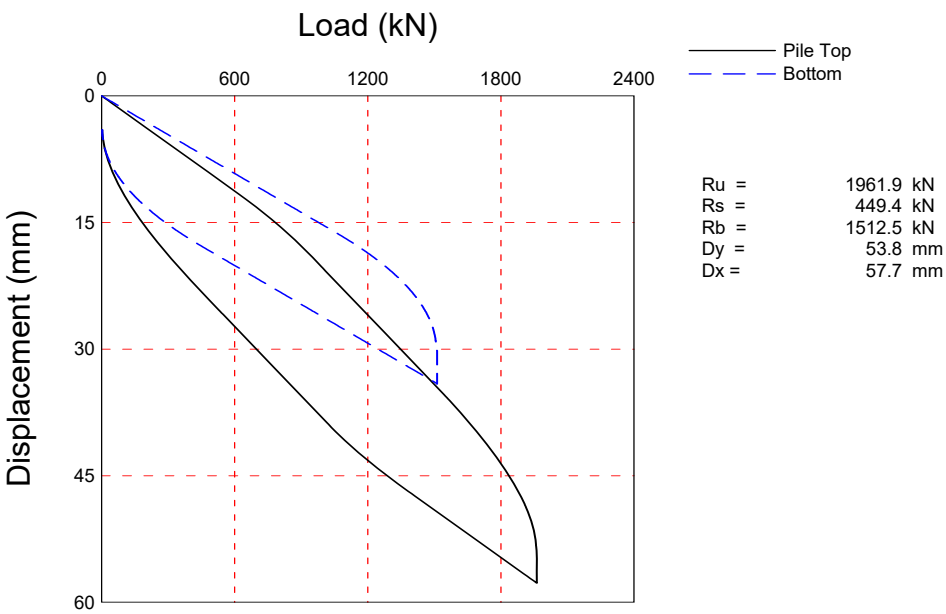
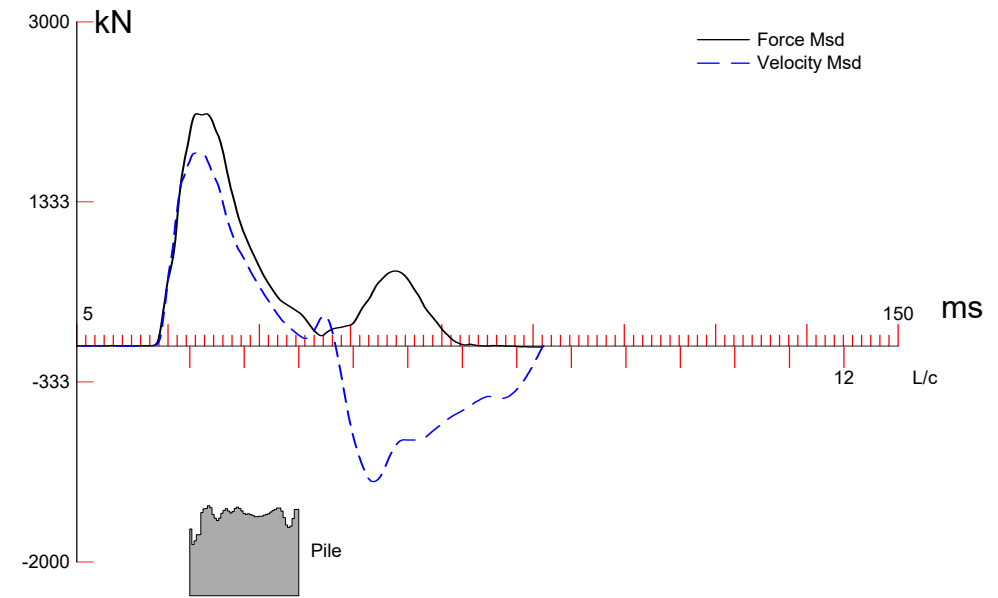
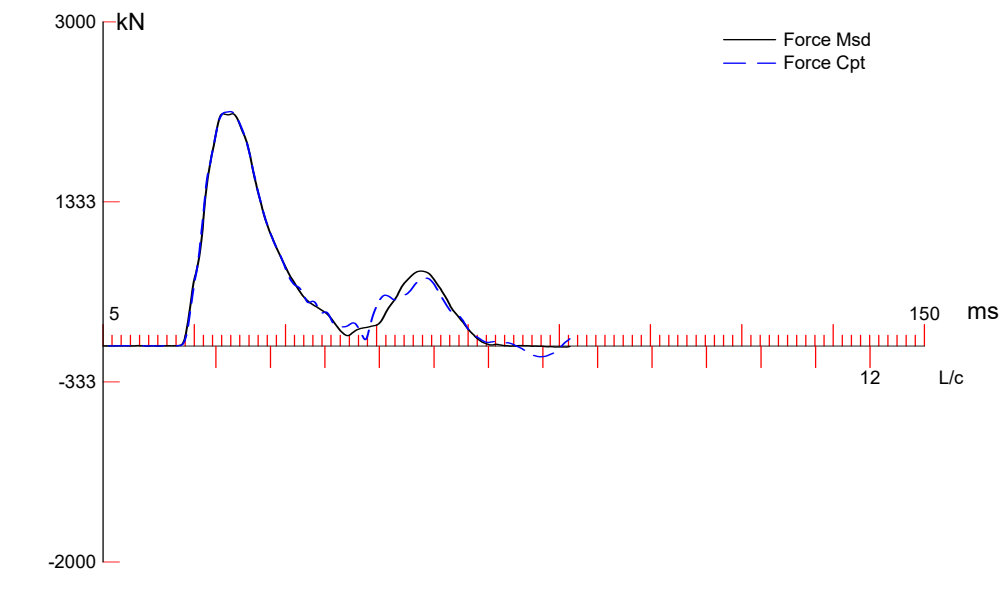
A2 No.90; Blow: 15

CAPWAP(R) 2006-3

Daehan Foundation Engineering Co. Ltd.

Segmnt Number	Dist. B.G. m	Impedance kN/m/s	Imped. Change %	Slack mm	Tension Eff.	Compression Slack mm	Compression Eff.	Perim. m	Soil Plug kN
25	25.64	806.32	-22.08	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
26	26.62	875.95	-15.35	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
27	27.59	946.56	-8.53	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
28	28.56	995.59	-3.79	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
29	29.54	1024.03	-1.04	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
30	30.51	1027.95	-0.66	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
31	31.48	1010.30	-2.37	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
32	32.46	971.07	-6.16	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.20
33	33.43	948.52	-8.34	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.20
34	34.40	904.39	-12.60	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
35	35.38	856.33	-17.25	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
36	36.35	827.90	-20.00	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
37	37.32	807.30	-21.99	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
38	38.29	793.57	-23.31	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
39	39.27	803.38	-22.37	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
40	40.24	852.41	-17.63	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
41	41.21	892.62	-13.74	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
42	42.19	923.02	-10.80	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
43	43.16	899.48	-13.08	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
44	44.13	843.59	-18.48	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
45	45.11	824.95	-20.28	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
46	46.08	857.32	-17.15	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
47	47.05	911.25	-11.94	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
48	48.03	938.71	-9.29	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.49
49	49.00	948.52	-8.34	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.49

Pile Damping 1.0 %, Time Incr 0.195 ms, Wave Speed 5123.0 m/s, 2L/c 19.1 ms



동 부 건 설 ; Pile: 060430-1

A2 No.7; Blow: 2

Daehan Foundation Engineering Co. Ltd.

Test: 30-Apr-2021 17:38:

CAPWAP(R) 2006-3

OP: JKI

CAPWAP SUMMARY RESULTS

Total CAPWAP Capacity: 1961.9; along Shaft 449.4; at Toe 1512.5 kN

Soil Sgmnt No.	Dist. Below Gages m	Depth Below Grade m	Ru kN	Force in Pile kN	Sum of Ru kN	Unit Resist. (Depth) kN/m	Unit Resist. (Area) kPa	Smith Damping Factor s/m
				1961.9				
1	3.8	3.8	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
2	6.3	6.3	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
3	8.2	8.2	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
4	10.2	10.2	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
5	12.1	12.1	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
6	14.1	14.1	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
7	16.0	16.0	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
8	18.0	18.0	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
9	20.0	20.0	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
10	21.9	21.9	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
11	23.9	23.9	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
12	25.8	25.8	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
13	27.8	27.8	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
14	29.7	29.7	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
15	31.7	31.7	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
16	33.7	33.7	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
17	35.6	35.6	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
18	37.6	37.6	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
19	39.5	39.5	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
20	41.5	41.5	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
21	43.4	43.4	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
22	45.4	45.4	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
23	47.3	47.3	0.0	1961.9	0.0	0.00	0.00	0.000
24	49.3	49.3	449.4	1512.5	449.4	229.76	146.25	1.091
Avg. Shaft			18.7			9.12	5.80	1.091
Toe			1512.5				7703.08	0.161

Soil Model Parameters/Extensions

		Shaft	Toe
Quake	(mm)	5.394	23.202
Case Damping Factor		0.663	0.329
Unloading Quake	(% of loading quake)	100	865
Reloading Level	(% of Ru)	100	100
Unloading Level	(% of Ru)	56	
Resistance Gap (included in Toe Quake) (mm)			20.521
Soil Plug Weight	(kN)		5.54

CAPWAP match quality	=	3.67	(Wave Up Match) ; RSA = 0
Observed: final set	=	4.000 mm;	blow count = 250 b/m
Computed: final set	=	4.079 mm;	blow count = 245 b/m

동 부 건 설 ; Pile: 060430-1

Test: 30-Apr-2021 17:38:

A2 No.7; Blow: 2

CAPWAP(R) 2006-3

Daehan Foundation Engineering Co. Ltd.

OP: JKI

max. Top Comp. Stress = 118.3 MPa (T= 27.9 ms, max= 1.009 x Top)
 max. Comp. Stress = 119.5 MPa (Z= 6.3 m, T= 27.7 ms)
 max. Tens. Stress = -7.24 MPa (Z= 6.3 m, T= 82.3 ms)
 max. Energy (EMX) = 48.12 kJ; max. Measured Top Displ. (DMX)=32.23 mm

EXTREMA TABLE

Pile Sgmnt No.	Dist. Below Gages m	max. Force kN	min. Force kN	max. Comp. Stress MPa	max. Tens. Stress MPa	max. Trnsfd. Energy kJ	max. Veloc. m/s	max. Displ. mm
1	1.3	2177.1	-109.6	118.3	-5.96	48.12	2.4	31.844
2	2.5	2184.1	-116.6	118.7	-6.34	48.11	2.4	31.797
5	6.3	2197.7	-133.2	119.5	-7.24	48.08	2.4	31.578
8	9.2	2199.4	-157.2	20.8	-1.49	48.03	2.4	31.322
11	12.1	2197.2	-176.5	20.8	-1.67	47.98	2.4	31.073
14	15.1	2191.2	-180.0	20.8	-1.71	47.94	2.4	30.856
17	18.0	2168.9	-194.9	20.5	-1.85	47.90	2.4	30.640
20	20.9	2160.0	-213.5	20.5	-2.02	47.84	2.4	30.357
23	23.9	2169.0	-233.3	20.5	-2.21	47.75	2.4	30.042
26	26.8	2171.3	-251.6	20.6	-2.38	47.63	2.4	29.647
29	29.7	2191.8	-265.3	20.8	-2.51	47.47	2.4	29.183
32	32.7	2225.3	-279.9	21.1	-2.65	47.23	2.4	28.620
35	35.6	2233.7	-295.7	21.2	-2.80	46.89	2.3	27.952
38	38.5	2264.3	-305.3	21.5	-2.89	46.45	2.3	27.195
41	41.5	2271.7	-312.4	21.5	-2.96	45.86	2.3	26.350
44	44.4	2263.0	-326.6	21.4	-3.09	44.99	2.3	25.252
45	45.4	2265.7	-330.5	21.5	-3.13	44.62	2.3	24.811
46	46.4	2269.1	-334.6	21.5	-3.17	44.23	2.3	24.367
47	47.3	2266.7	-338.7	21.5	-3.21	43.87	2.4	23.958
48	48.3	2251.9	-343.1	21.3	-3.25	43.53	2.4	23.584
49	49.3	2221.7	-349.0	21.0	-3.31	12.75	2.4	23.202
Absolute	6.3			119.5			(T =	27.7 ms)
	6.3				-7.24		(T =	82.3 ms)

CASE METHOD

J =	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
RP	2055.0	1869.4	1683.8	1498.3	1312.7	1127.1	941.5	755.9	570.3	384.7
RX	2059.9	1873.0	1686.1	1499.8	1484.0	1484.0	1484.0	1484.0	1484.0	1484.0
RU	2055.0	1869.4	1683.8	1498.3	1312.7	1127.1	941.5	755.9	570.3	384.7

RAU = 1483.9 (kN); RA2 = 1465.3 (kN)

Current CAPWAP Ru = 1961.9 (kN); Corresponding J(RP)= 0.05; J(RX) = 0.05

VMX	TVP	VT1*Z	FT1	FMX	DMX	DFN	SET	EMX	QUS
m/s	ms	kN	kN	kN	mm	mm	mm	kJ	kN
2.43	25.14	1783.4	2127.5	2150.9	32.228	4.019	4.000	48.1	2657.5

PILE PROFILE AND PILE MODEL

Depth	Area	E-Modulus	Spec. Weight	Perim.
m	cm ²	MPa	kN/m ³	m
0.00	183.97	206027.1	76.982	1.571
6.30	183.97	206027.1	76.982	1.571
6.30	1055.58	39226.5	24.026	1.571
49.30	1055.58	39226.5	24.026	1.571

Toe Area 0.196 m²

Segmnt Number	Dist. B.G.	Impedance	Imped. Change	Slack	Tension Eff.	Compression Slack	Compression Eff.	Perim.	Soil Plug
	m	kN/m/s	%	mm		mm		m	kN
1	1.25	739.85	0.00	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
2	2.50	567.45	-23.30	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
3	3.76	608.15	-17.80	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
4	5.01	676.40	-8.58	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
5	6.26	676.99	-8.50	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
6	7.25	921.98	-10.10	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
7	8.23	962.93	-6.95	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.10
8	9.20	967.74	-6.48	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.10
9	10.18	998.04	-3.55	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.10
10	11.16	975.98	-5.69	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
11	12.14	902.23	-12.81	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
12	13.12	861.14	-16.78	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
13	14.09	833.78	-19.43	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
14	15.07	860.75	-16.82	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
15	16.05	913.51	-11.72	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
16	17.03	945.28	-8.65	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
17	18.00	964.80	-6.77	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
18	18.98	938.42	-9.32	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
19	19.96	917.04	-11.38	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
20	20.94	933.41	-9.80	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
21	21.92	967.64	-6.49	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
22	22.89	983.62	-4.95	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.10
23	23.87	966.17	-6.63	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
24	24.85	940.87	-9.08	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00

동 부 건 설 ; Pile: 060430-1

Test: 30-Apr-2021 17:38:

A2 No.7; Blow: 2

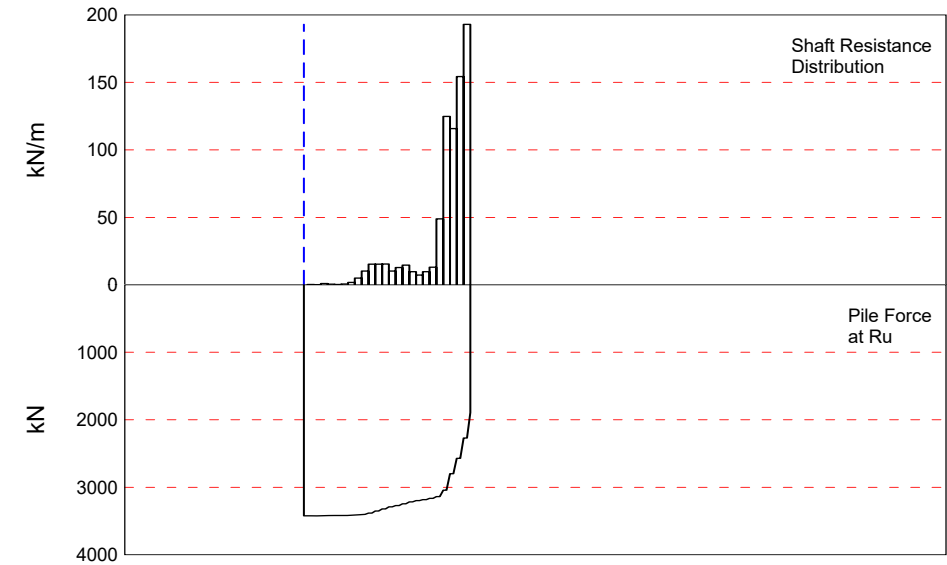
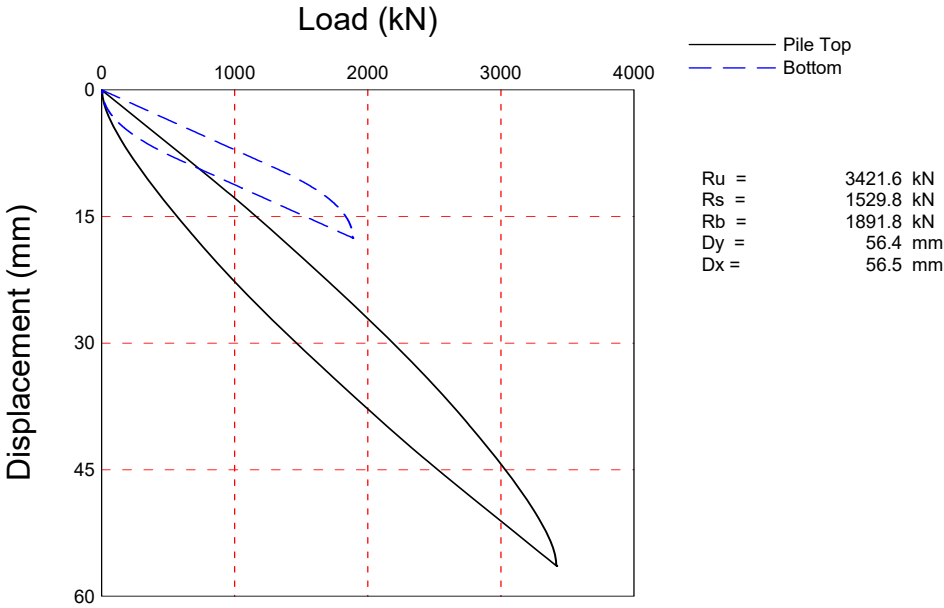
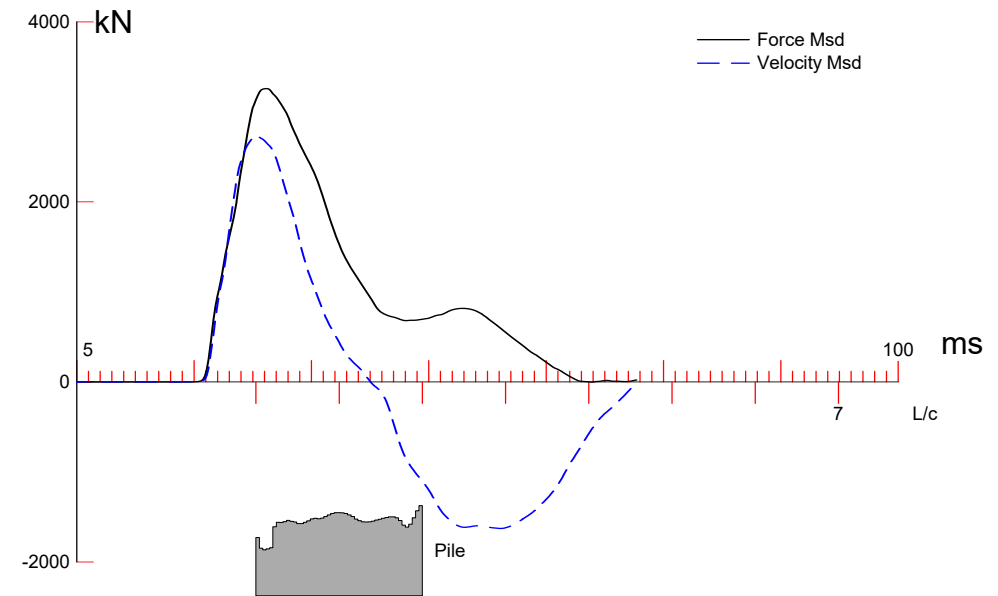
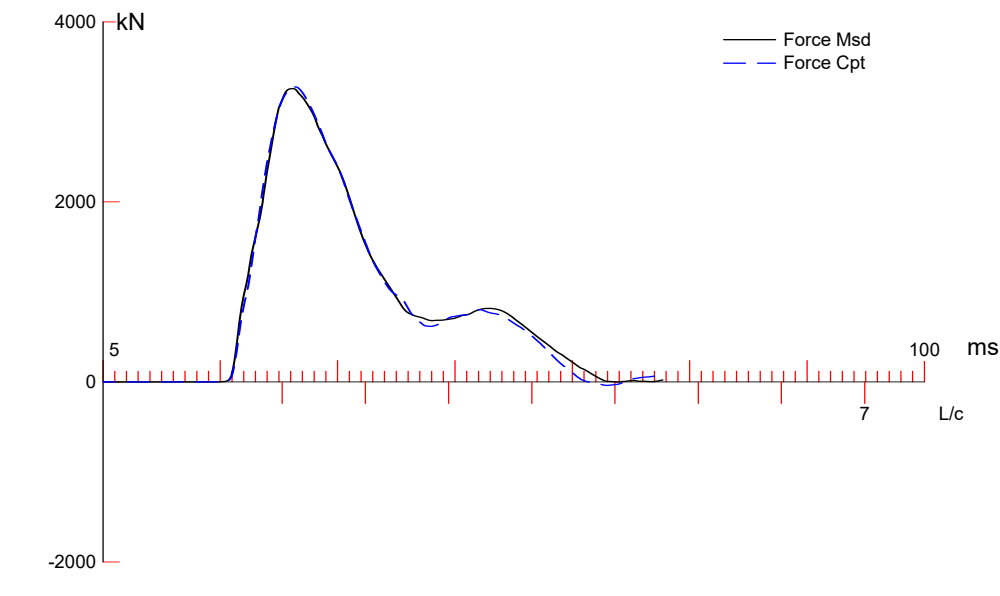
CAPWAP(R) 2006-3

Daehan Foundation Engineering Co. Ltd.

OP: JKI

Segmnt Number	Dist. B.G. m	Impedance kN/m/s	Imped. Change %	Slack mm	Tension Eff.	Compression Slack mm	Compression Eff.	Perim. m	Soil Plug kN
25	25.83	910.76	-11.99	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
26	26.81	903.31	-12.71	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
27	27.78	908.11	-12.24	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
28	28.76	898.50	-13.17	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
29	29.74	889.38	-14.05	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
30	30.72	876.24	-15.32	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
31	31.70	877.03	-15.25	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
32	32.67	881.24	-14.84	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
33	33.65	882.42	-14.73	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
34	34.63	893.21	-13.68	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
35	35.61	900.56	-12.97	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
36	36.59	908.70	-12.19	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
37	37.56	927.24	-10.40	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
38	38.54	944.89	-8.69	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
39	39.52	958.62	-7.36	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
40	40.50	973.23	-5.95	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
41	41.48	971.76	-6.09	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
42	42.45	938.22	-9.33	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
43	43.43	865.65	-16.35	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
44	44.41	784.75	-24.17	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
45	45.39	755.52	-26.99	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
46	46.37	772.10	-25.39	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
47	47.34	855.35	-17.34	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
48	48.32	957.15	-7.51	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
49	49.30	958.81	-7.34	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00

Pile Damping 1.0 %, Time Incr 0.196 ms, Wave Speed 5123.0 m/s, 2L/c 19.2 ms



동 부 건 설 ; Pile: 010514-1
BRDG. A2. No.7 RE; Blow: 2
Daehan Foundation Engineering Co. Ltd.

Test: 14-May-2021 10:55:
CAPWAP(R) 2006-3
OP: HWY

CAPWAP SUMMARY RESULTS

Total CAPWAP Capacity: 3421.6; along Shaft 1529.8; at Toe 1891.8 kN

Soil Sgmnt No.	Dist. Below Gages m	Depth Below Grade m	Ru kN	Force in Pile kN	Sum of Ru kN	Unit Resist. (Depth) kN/m	Unit Resist. (Area) kPa	Smith Damping Factor s/m
				3421.6				
1	3.8	3.8	0.8	3420.8	0.8	0.21	0.14	0.548
2	6.3	6.3	0.5	3420.3	1.3	0.20	0.13	0.548
3	8.2	8.2	2.1	3418.2	3.4	1.07	0.68	0.548
4	10.2	10.2	1.0	3417.2	4.4	0.51	0.33	0.548
5	12.1	12.1	0.8	3416.4	5.2	0.41	0.26	0.548
6	14.1	14.1	1.5	3414.9	6.7	0.77	0.49	0.548
7	16.0	16.0	3.7	3411.2	10.4	1.89	1.20	0.548
8	18.0	18.0	10.1	3401.1	20.5	5.16	3.29	0.548
9	20.0	20.0	20.2	3380.9	40.7	10.33	6.57	0.548
10	21.9	21.9	30.1	3350.8	70.8	15.39	9.80	0.548
11	23.9	23.9	30.1	3320.7	100.9	15.39	9.80	0.548
12	25.8	25.8	30.3	3290.4	131.2	15.49	9.86	0.548
13	27.8	27.8	20.1	3270.3	151.3	10.28	6.54	0.548
14	29.7	29.7	25.4	3244.9	176.7	12.99	8.27	0.548
15	31.7	31.7	28.7	3216.2	205.4	14.67	9.34	0.548
16	33.7	33.7	19.3	3196.9	224.7	9.87	6.28	0.548
17	35.6	35.6	14.4	3182.5	239.1	7.36	4.69	0.548
18	37.6	37.6	19.2	3163.3	258.3	9.82	6.25	0.548
19	39.5	39.5	25.8	3137.5	284.1	13.19	8.40	0.548
20	41.5	41.5	95.6	3041.9	379.7	48.88	31.11	0.548
21	43.4	43.4	244.2	2797.7	623.9	124.85	79.47	0.548
22	45.4	45.4	226.6	2571.1	850.5	115.85	73.74	0.548
23	47.3	47.3	301.8	2269.3	1152.3	154.30	98.22	0.548
24	49.3	49.3	377.5	1891.8	1529.8	193.00	122.85	0.548
Avg. Shaft			63.7			31.03	19.75	0.548
Toe			1891.8				9634.84	0.110

Soil Model Parameters/Extensions

		Shaft	Toe
Quake	(mm)	7.501	13.440
Case Damping Factor		1.133	0.281
Damping Type			Smith
Unloading Quake	(% of loading quake)	100	93
Reloading Level	(% of Ru)	100	100
Unloading Level	(% of Ru)	0	
Resistance Gap (included in Toe Quake) (mm)			0.013

CAPWAP match quality = 2.79 (Wave Up Match) ; RSA = 0
Observed: final set = 0.100 mm; blow count = 10000 b/m
Computed: final set = 0.100 mm; blow count = 9999 b/m

동 부 건 설 ; Pile: 010514-1

Test: 14-May-2021 10:55:

BRDG. A2. No.7 RE; Blow: 2

CAPWAP(R) 2006-3

Daehan Foundation Engineering Co. Ltd.

OP: HWY

max. Top Comp. Stress = 179.7 MPa (T= 27.5 ms, max= 1.019 x Top)
 max. Comp. Stress = 183.1 MPa (Z= 6.3 m, T= 28.1 ms)
 max. Tens. Stress = -7.56 MPa (Z= 6.3 m, T= 63.8 ms)
 max. Energy (EMX) = 91.47 kJ; max. Measured Top Displ. (DMX)=35.70 mm

EXTREMA TABLE

Pile Sgmnt No.	Dist. Below Gages m	max. Force kN	min. Force kN	max. Comp. Stress MPa	max. Tens. Stress MPa	max. Trnsfd. Energy kJ	max. Veloc. m/s	max. Displ. mm
1	1.3	3306.5	-66.2	179.7	-3.60	91.47	3.7	35.427
2	2.5	3325.4	-87.6	180.8	-4.76	91.29	3.6	35.089
5	6.3	3368.1	-139.2	183.1	-7.56	90.74	3.5	34.103
8	9.2	3432.3	-217.3	32.5	-2.06	90.21	3.4	33.448
11	12.1	3562.9	-296.7	33.8	-2.81	89.72	3.3	32.728
14	15.1	3644.7	-343.9	34.5	-3.26	89.00	3.2	31.880
17	18.0	3660.4	-380.7	34.7	-3.61	88.05	3.1	30.950
20	20.9	3600.9	-429.0	34.1	-4.06	85.22	3.1	29.938
23	23.9	3522.2	-480.6	33.4	-4.55	82.32	3.1	28.858
26	26.8	3361.3	-528.5	31.8	-5.01	77.47	3.1	27.702
29	29.7	3417.5	-582.9	32.4	-5.52	74.72	3.1	26.399
32	32.7	3420.8	-596.1	32.4	-5.65	69.71	2.9	24.860
35	35.6	3406.0	-607.9	32.3	-5.76	66.58	2.9	23.201
38	38.5	3531.3	-595.3	33.5	-5.64	62.71	2.8	21.499
41	41.5	3718.7	-580.5	35.2	-5.50	59.29	2.6	19.807
44	44.4	3239.9	-424.1	30.7	-4.02	45.65	2.4	18.103
45	45.4	3295.5	-417.9	31.2	-3.96	44.88	2.3	17.513
46	46.4	2936.1	-315.9	27.8	-2.99	37.68	2.2	16.987
47	47.3	3008.5	-308.9	28.5	-2.93	37.09	2.1	16.499
48	48.3	2626.6	-171.6	24.9	-1.63	28.78	2.0	16.097
49	49.3	2709.3	-166.9	25.7	-1.58	19.62	2.0	15.708
Absolute	6.3			183.1			(T =	28.1 ms)
	6.3				-7.56		(T =	63.8 ms)

동 부 건 설 ; Pile: 010514-1

Test: 14-May-2021 10:55:

BRDG. A2. No.7 RE; Blow: 2

CAPWAP(R) 2006-3

Daehan Foundation Engineering Co. Ltd.

OP: HWY

CASE METHOD

J =	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
RP	3837.1	3633.5	3429.9	3226.2	3022.6	2819.0	2615.4	2411.7	2208.1	2004.5
RX	3977.5	3789.9	3604.1	3421.8	3244.5	3075.3	2919.0	2779.8	2652.4	2536.1
RU	4260.1	4098.7	3937.4	3776.1	3614.7	3453.4	3292.1	3130.7	2969.4	2808.1

RAU = 2208.0 (kN); RA2 = 3438.8 (kN)

Current CAPWAP Ru = 3421.6 (kN); Corresponding J(RP)= 0.20; J(RX) = 0.30

VMX	TVP	VT1*Z	FT1	FMX	DMX	DFN	SET	EMX	QUS
m/s	ms	kN	kN	kN	mm	mm	mm	kJ	kN
3.71	25.92	2745.9	3127.5	3261.4	35.702	0.078	0.100	91.7	5123.6

PILE PROFILE AND PILE MODEL

Depth	Area	E-Modulus	Spec. Weight	Perim.
m	cm ²	MPa	kN/m ³	m
0.00	183.97	206027.1	76.982	1.571
6.30	183.97	206027.1	76.982	1.571
6.30	1055.58	39226.5	24.026	1.571
49.30	1055.58	39226.5	24.026	1.571

Toe Area 0.196 m²

Segmnt Number	Dist. B.G.	Impedance	Imped. Change	Slack	Tension Eff.	Compression Slack	Compression Eff.	Perim.	Soil Plug
	m	kN/m/s	%	mm		mm		m	kN
1	1.25	739.85	0.00	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
2	2.50	603.54	-18.42	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
3	3.76	581.96	-21.34	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
4	5.01	594.71	-19.62	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
5	6.26	609.42	-17.63	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
6	7.25	875.50	-14.63	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
7	8.23	932.83	-9.86	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
8	9.20	928.90	-10.23	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
9	10.18	940.67	-9.10	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
10	11.16	956.36	-7.58	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
11	12.14	943.61	-8.81	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
12	13.12	935.77	-9.57	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
13	14.09	916.16	-11.47	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
14	15.07	915.17	-11.56	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
15	16.05	932.83	-9.86	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
16	17.03	950.48	-8.15	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
17	18.00	974.99	-5.78	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
18	18.98	982.84	-5.02	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
19	19.96	976.96	-5.59	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
20	20.94	984.80	-4.83	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
21	21.92	1005.40	-2.84	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
22	22.89	1026.97	-0.76	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
23	23.87	1043.64	0.85	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
24	24.85	1054.43	1.90	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00

동 부 건 설 ; Pile: 010514-1

Test: 14-May-2021 10:55:

BRDG. A2. No.7 RE; Blow: 2

CAPWAP(R) 2006-3

Daehan Foundation Engineering Co. Ltd.

OP: HWY

Segmnt Number	Dist. B.G. m	Impedance kN/m/s	Imped. Change %	Slack mm	Tension Eff.	Compression Slack mm	Compression Eff.	Perim. m	Soil Plug kN
26	26.81	1052.47	1.71	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
27	27.78	1044.62	0.95	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.29
28	28.76	1026.97	-0.76	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.49
29	29.74	1005.40	-2.84	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.49
30	30.72	974.01	-5.88	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.49
31	31.70	952.44	-7.96	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
32	32.67	937.73	-9.38	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
33	33.65	936.75	-9.48	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
34	34.63	938.71	-9.29	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
35	35.61	946.56	-8.53	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
36	36.59	960.28	-7.20	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
37	37.56	971.07	-6.16	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
38	38.54	981.86	-5.12	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
39	39.52	992.65	-4.07	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
40	40.50	1000.49	-3.32	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
41	41.48	1001.47	-3.22	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
42	42.45	989.70	-4.36	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
43	43.43	954.40	-7.77	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
44	44.41	896.54	-13.36	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
45	45.39	871.04	-15.83	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
46	46.37	907.33	-12.32	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
47	47.34	988.72	-4.45	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
48	48.32	1077.96	4.17	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00
49	49.30	1142.69	10.42	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.571	0.00

Pile Damping 1.0 %, Time Incr 0.196 ms, Wave Speed 5123.0 m/s, 2L/c 19.2 ms

2. 시험사진

교량 A2

No.90

2021. 04. 29



교량 A2

No.7

2021. 04. 30



No.7

2021. 05. 14

