

# 교각 기초 근입깊이 추정을 위한 말뚝 건전도 시험 적용성 분석

## Estimation of an Embedded Depth of a Bridge Pier Using PIT

박병철† · 장성희\* · 임기환\*\*

Park, Byung-Cheol · Chang, Sunghee · Lim, Gi-Hwan

### 1. 서 론

준공 도면이 보관되지 않아 교각 기초의 근입깊이를 알 수가 없는 교량의 경우 홍수에 의한 세굴이 발생하더라도 교각 전도의 위험도를 파악할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 교각의 기초 근입깊이를 추정하기 위하여 현장 타설 콘크리트 말뚝 깊이를 측정하는데 사용되는 말뚝 건전도 시험방법(Pile Integrity Tester)을 적용하고, 탄성과 지반조사 결과와 비교하여 그 적용성을 검토하였다.

### 2. 교각 근입깊이의 추정

#### 2.1 개요

##### (1) 대상 교량 및 교각

실험대상은 1930년대에 건설된 것으로 추정되는 경기도 안성시 안성천에 위치한 철도 교량으로 현재는 상판이 철거된 상황이며, 중력식 교각만 남아있는 상황이다. 본 교량의 여러 교각 중 지반조사와 PIT를 수행함에 있어 여건이 비교적 양호하다고 판단되는 교각 하나를 선택하여 실험을 실시하였다.



Figure 1 Test Pier

##### (2) 지반조사(MASW)

표면파의 다중채널 분석(Multichannel Analysis of Surface Wave; MASW)은 비파괴 지반조사 방법으로 전단파, 탄성파속도에 의한 지반특성 및 지층 분포를 파악하기 위하여 실시하였다. 본 시험을 위하여 사용한 장비는 Table 1에 나타내었으며, Figure 2는 탄성파계측 장면이다. 이 방법은 근거리 장(near-field)의 최소화, 원거리 오프셋(far-offset)의 효과, 자료획득의 속도, 샘플링의 여분, 그리고 전체적인 자료의 정확성 등의 장점을 가지고 있다.

Table 1 Specification of Elastic Wave Test

Composition	Instrument Name
Receiver	Geophone (OYO Corp.)
	McSEIS (NX Series, OYO Corp.)
Transmitter	Sledge Hammer(Geotomographie Corp.)



Figure 2 Elastic Wave Test

##### (3) 말뚝 건전도 시험(PIT)



Figure 3 Pile Integrity Tester Set

† 국립방재연구원, 시설연구관  
E-mail : bcpark@korea.kr  
Tel : 02-2078-7850, Fax : 02-2078-7829  
\* 국립방재연구원, 시설연구사  
\*\* 국립방재연구원, 연구원

기초 근입깊이 추정에 사용된 장비는 Figure 3과 같이 Pile Integrity Tester (PIT-FV, 미국 Pile Dynamics Inc 제작)와 가속도센서(18.6G/V), 그리고 Instrumented Hammer(900 gram) 등이며 해머를 이용하여 교각 두부에 충격을 주어 응력파를 발생시키고 수신기를 통해 반사파를 수신하였다. 수식 (1)은 응력과 속도와 콘크리트 탄성계수, 밀도와와의 관계식이고, 수식 (2)는 진동수, 응력과 속도, 그리고 말뚝 길이 간의 관계식이다.

$$C = \sqrt{\frac{E_c}{\rho}} = \frac{2L}{T} \quad (1)$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{C}{2L} \quad (2)$$

여기서, C : 응력과 속도

$E_c$  : 콘크리트의 탄성 계수

$\rho$  : 콘크리트의 밀도

L : 말뚝 길이, f : 진동수, T : 주기

### 3. 시험 결과

#### 3.1 지반조사

탄성파시험 결과 단면상에서 지표면 하부 3~6m 부근에 구조적 이상대(교량의 footing) 또는 지층경계부의 존재가능성이 있을 것으로 추정되며, 역산된 전단파 속도로 보아 지표 하부 18m까지의 지층은 풍화토와 퇴적층으로 추정되며 밀도값은  $1.80g/cm^3$ 을 적용하였고, 포아송비는 0.420을 적용하여 동적 물성치를 산정하였다. Figure 4는 교각 주위 지반의 전단파 속도 분포도이다.

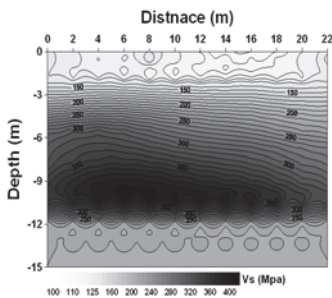


Figure 4 Shear Wave Velocity Contour

#### 3.2 PIT결과

Figure 5는 PIT 시험으로 추정한 철도 교각 높이를 2번의 PIT 시험을 통해 추정된 철도 교각의 전체 높이는 약 9.5m이다. 시험대상 교각의 지표 노출높이가 약 4.5m임을 감안하면 기초 근입깊이는 5m 정도일 것으로 추정된다.

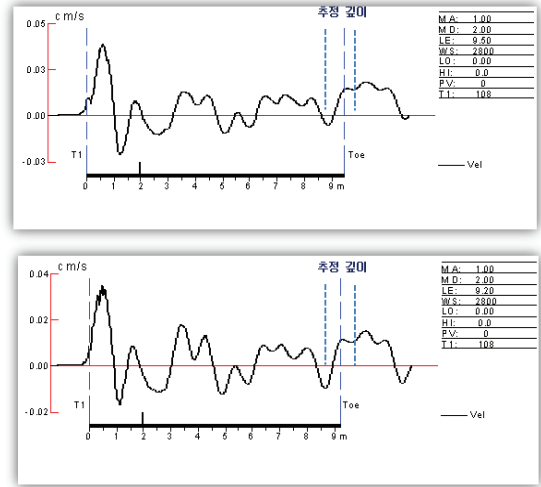


Figure 5 Estimated Pier Height by PIT

### 4. 결론

PIT 시험의 결과 시험대상 교각의 기초 근입깊이는 지표면 하부 5m 정도로 추정되며 이것은 MASW로 추정된 결과인 G.L 하부 3~6m 부근에 구조적 이상대(교량의 footing) 또는 지층경계부의 존재가능성이 있을 것으로 추정되는 결과와도 비슷한 결과로 판단된다. 향후 추정 깊이를 근거로 구조 전산 모델을 설정하고 충격진동실험에서 구한 고유진동수 결과와 비교함으로써 심층 검토를 추진할 예정이다.

#### 참고문헌

1. 국립방재연구소, "동적특성기반 교량 세굴 건전성 평가 및 모니터링 시스템 개발", 2010. 12.
2. 국립방재연구소, "동적특성기반 상시모니터링 시스템 운영을 위한 교량 세굴 건전성 평가기법 개발", 2009. 12.