

## Analysis of Stress and Strain for Steel Sheet Pile Bridge Abutment

1), Ha-Ik Chung, 2), Jun You, 3), In-Kyu Oh, 4), Sung-Woon Eun,  
5), In-Goon Son, 6), Sung-Yeol Lee, 7), Hyung-Koo Kim

- 1) , Research Fellow, Dept. of Civil Eng., KICT  
2) , Senior Researcher, Dept. of Civil Eng., KICT  
3) , Researcher, Dept. of Civil Eng., KICT  
4) ( ) , General Manager, Marketing Development Team, INIsteel  
5) ( ) , Manager, Marketing Development Team, INIsteel  
6) ( ) , Managing Director, Kyunghan Co., Ltd  
7) ( ) , Manager, Kyunghan Co., Ltd

**SYNOPSIS :** Steel sheet pile can be alternative material for bridge abutment for. The steel sheet pile bridge abutment is new and replacement bridge abutment due to its aesthetically attractive and cost effective. Use of embedded steel sheet piling brings savings in dead load, provides a compliant retaining wall, and permits speedier construction. In addition, for replacement bridge projects, traffic interruption can be minimized. It is hoped that this study will encourage designers and constructors to consider a steel substructure option more frequently during the conceptual and preliminary design phases of projects and thereby to take advantage of the potential to construction more efficiently. In this paper, an analysis of stress and strain for steel sheet pile bridge abutment was conducted. From the analysis results, the stress and strain characteristics of steel sheet pile bridge abutment with variations of steel sheet pile parameters is suggested.

**Key words :** steel sheet pile, bridge abutment, retaining wall, stress, strain, parameter

### 1. 서론

강널말뚝은 흙막이공사, 가물막이공사 등에 영구적 또는 일시적으로 사용된다. 통상 강널말뚝은 횡방향력에 저항하는 구조물로 주로 인식되어 설계되어 왔다. 그러나, 실제로 강널말뚝은 소정의 지지단면을 가지고 있어 어느 정도의 선단지지력과 마찰지지력을 보유하고 있다.

본 연구에서는 토압 및 수압의 횡하중과 교량상부하중의 축하중을 동시에 받는 교량교대에 강널말뚝 공법을 적용하는 경우 강널말뚝에 작용하는 응력 및 변형 특성을 고찰하여 보았다. 해석시 도로교설계 기준과 구조물기초설계기준의 제 기준에 부합하는 응력검토, 지지력검토, 변위검토를 수행하였다. 토압은 앵커지지 자유단지지법으로 해석하였고, 축하중은 축+모멘트를 받는 부재로 해석하였다. 본 연구에서는 특히 교량길이변화, 교대높이변화에 따른 근입깊이 및 축+휨응력의 변화를 심도 있게 분석하였다.

## 2. 해석방법

본 연구에서 적용한 강널말뚝 교대의 해석단면은 그림 1과 같다. 해석교량은 단경간으로 경간 21m이며 교대인 강널말뚝의 길이는 8.3m로 성토부 4.5m, 근입부 3.8m이다. 상판을 H형강 프레임으로 해석하여 강널말뚝 교대에 작용하는 반력만 산출하여 말뚝캡에 작용시켰다.

강널말뚝의 해석방법은 크게 자유단지지법과 고정단지지법으로 나눌 수 있다. 자유단지지법은 그림 2의 a)와 같이 상부 A점에 관해서 주동토압과 수동토압이 극한상태 평형을 이루며 근입부 하단의 B점에서는 휨모멘트가 발생하지 않는다는 가정에 의거한 것이다. 고정단지지법은 그림 2의 b)와 같이 근입부 부분의 토압은 수동토압에서 주동토압을 뺀 것으로 가정하고 근입부 하단의 B점에서 휨모멘트가 발생한다는 가정에 의거한 것이다. 본 연구에서는 강널말뚝의 해석은 앵커지지 자유단지지법으로 해석하여 최대모멘트를 산정하고 상부의 전달하중과 조합하여 응력검토를 하였다.

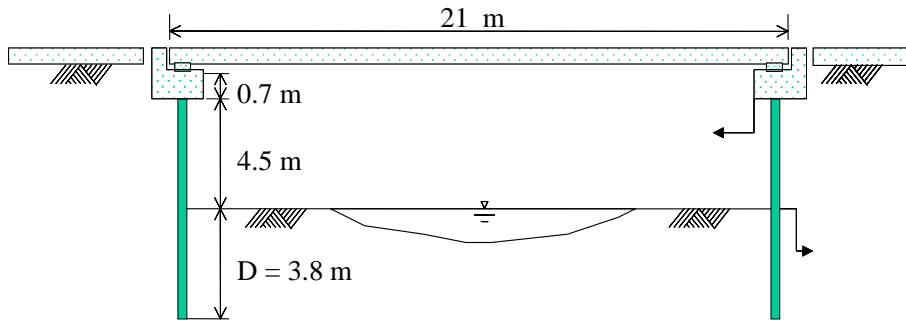
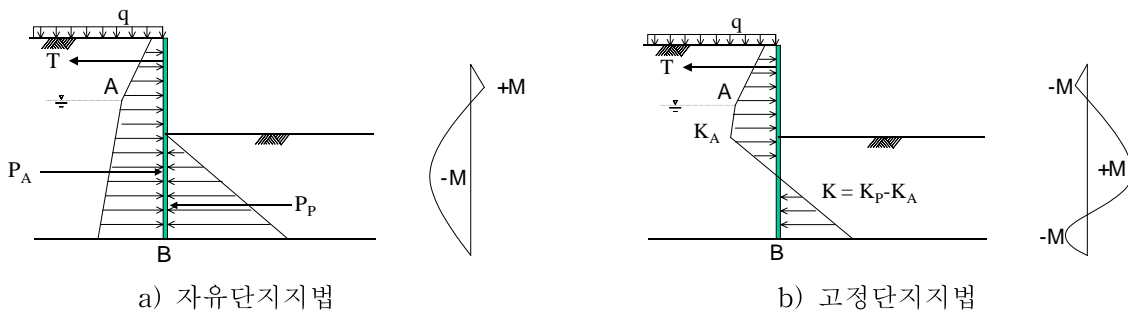


그림 1. 해석대상 단면



a) 자유단지지법

b) 고정단지지법

그림 2. 자유단지지법 및 고정단지지법 해석모식도

## 3. 해석결과

### 3.1 교량길이 변화에 따른 근입깊이 및 응력비의 변화

강널말뚝 교량교대 설계시에 교량길이, 교대높이를 주요 파라미터를 생각할 수 있다. 본 연구에서는 교량길이를 10, 14, 18, 21, 24m로 변화하고, 교대높이를 4.5, 5, 6, 7, 8, 9, 10m로 변화시켜 교량길이 변화에 따른 강널말뚝의 근입깊이, 앵커력의 변화에 대해서 고찰해 보았다.

그림 3에서 교대높이를 4.5m로 고정하고 교량길이를 10, 14, 18, 21, 24m로 변화시키며 근입깊이와 압축+휨응력비( $f_c/f_{ca} + f_b/[f_{bca}(1-f_c/f_{Ez})]$ )를 산정하였다. 교량의 경간이 길어짐에 따라 근입깊이는 변화가 없었고, 압축+휨응력비는 증가하였다. 교량의 경간이 길어짐에 따라 수직하중의 증가에 의하여 강널말뚝에 작용하는 압축+휨응력비가 서서히 증가되었다.

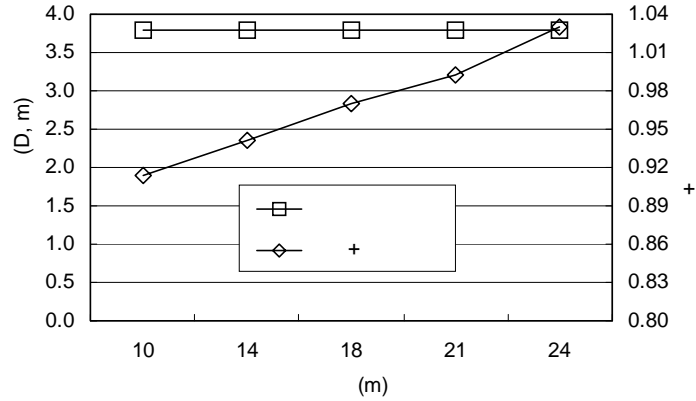


그림 3. 교량의 경간변화에 따른 근입깊이 및 압축+휨응력비의 변화

### 3.2 교대높이 변화에 따른 근입깊이 및 앵커력의 변화

그림 4에서 교량길이를 21m로 고정하고 교대높이를 4.5, 5, 6, 7, 8, 9, 10m로 변화시키며 강널말뚝의 근입깊이와 앵커력을 산정하였다. 해석결과 교대높이가 높아짐에 따라 근입깊이와 앵커력이 비례하여 증가하였다. 근입깊이는 교대높이가 4.5, 10m 일 때 각각 3.8, 8.2m까지 증가하였다. 앵커력은 교대높이가 4.5, 10m 일 때 각각 8.3, 29.6tf/(m)까지 증가하였다.

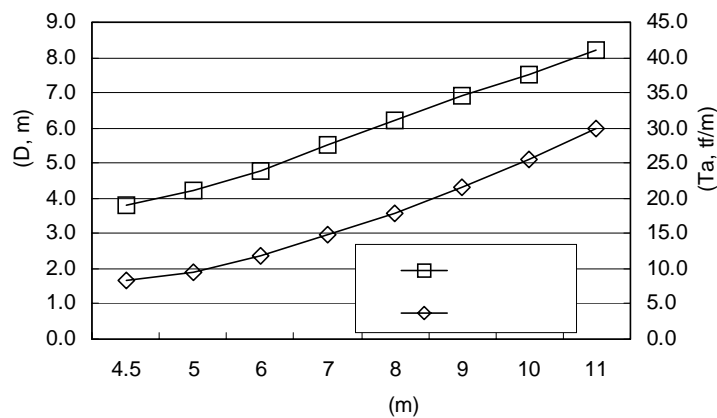


그림 4. 교대높이 변화에 따른 근입깊이 및 앵커력의 변화

### 3.3 축력과 휨모멘트를 동시에 받는 부재의 추가 휨모멘트

토압과 축하중이 동시에 작용할 때 2차처짐과 2차응력의 영향을 해석하기 위하여 구조용 상용프로그램 SAP2000의 P-Δ해석을 수행하였다. 2차처짐과 2차응력의 효과를 확실히 보기위하여 경간 24m, 교대높이 10m에 대하여 모델링을 수행하였다. 2차처짐과 2차응력을 고려하지 않은 해석과 고려한 해석결과는 표 1에 정리하였다. 해석결과 전단력, 모멘트, 변위는 2차처짐을 고려한 결과와 고려하지 않은 결과에서 0.05 tf, 0.41tf·m, 0.00017m의 차이를 보였다. 이의 결과로 미루어 경간 24m 이하, 교대높이 10m 이하인 강널말뚝 교량교대에서는 축력과 휨모멘트를 동시에 받아 2차 처짐이 발생하는 부재에 대한 고

려가 없어도 큰 무리가 없는 것으로 판단된다.

표 1. 2차처짐에 의한 전단력, 모멘트, 변위의 영향

2차처짐 고려여부	Vmax(tf)	Mmax(tf · m)	$\delta_{max}$ (cm)
고려 않음	23.60	43.11	1.837
고려	23.65	43.52	1.854

#### 4. 결론

이상에서와 같이 교량길이 및 교대높이 변화에 따른 강널말뚝 교대에 대한 해석을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 교량의 경간이 길어짐에 따라 근입깊이는 변화가 없었고, 압축+휨응력비는 증가하였으며, 강널말뚝에 작용하는 압축+휨응력비가 서서히 증가되었다.
2. 교대높이가 높아짐에 따라 근입깊이와 앵커력이 비례하여 증가하였다.
3. 2차처짐을 고려한 결과 경간 24m, 교대높이 10m 이하이면 2차처짐을 고려하지 않아도 실용상 크게 문제가 없는 것으로 판단된다.
4. 교량의 경간, 폭 및 교대의 높이가 적정하다면 강널말뚝을 교량교대로 사용할 수 있는 것으로 평가되었다.

#### 참고문헌

1. 건설교통부(2000), 도로교설계기준.
2. INSteel, 경한(2003), 강널말뚝 교대에 관한 연구, 한국건설기술연구원.
2. 한국지반공학회(1997), 구조물 기초 설계기준.
3. 한국지반공학회(2002), 굴착 및 흙막이 공법-지반공학 시리즈 3, 구미서관.
4. 포항산업과학연구원(2001), 단경간 강교량 설계표준화.
4. INSteel(2002), 강널말뚝.
5. The Steel Construction Institute(1998), Design Guide for Steel Sheet Pile Bridge Abutment.
6. G. J. W. King(1995), Analysis of cantilever sheet-pile walls in cohesionless soil, J. of Geotech. Eng.