복합말뚝 설계적용 및 설계도서 표기방안 검토

제공처 : 한국도로공사 설계처

출처 : 2009년도 고속도로 설계 실무자료집(2010, 한국도로공사)

1. 일반현황

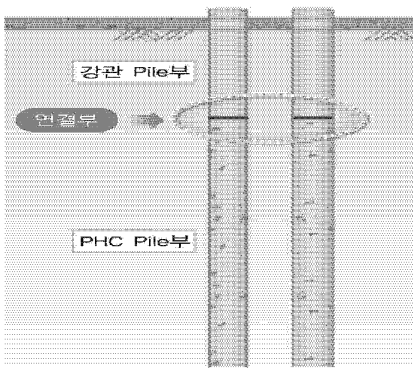
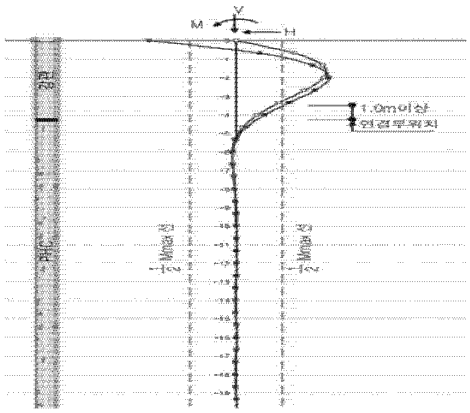
교량의 말뚝기초로 사용하고 있는 복합말뚝(강관+PHC)의 설계 적용성 및 설계도서(도면, 내역서, 단가산출서 등) 표기방안에 대하여 검토코자 함

2. 현황 및 문제점

2.1 복합말뚝(Composite Pile) 개요

(1) 구조적 근거 및 개요도

(1.1) 2개 이상의 이질재료로 구성된 말뚝으로 상부는 수평력 및 모멘트 저항능력이 우수한 강관말뚝을 적용하고 하부는 축하중을 지지할 수 있는 프리스트레스 콘크리트(PHC) 말뚝으로 구성

구 분	개요도	모멘트도
복합 말뚝		

(2) 복합말뚝 적용 필요성 및 효과

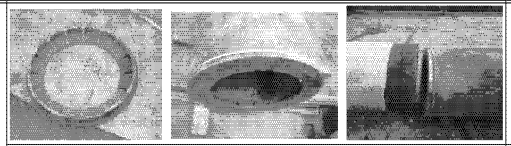
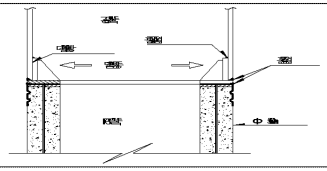
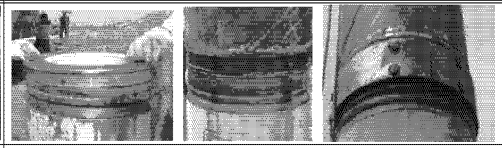
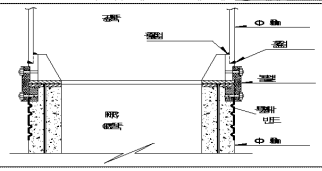
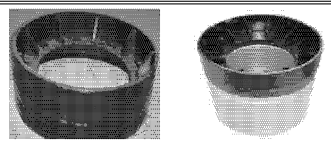
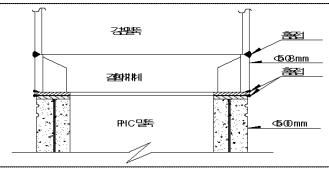
(2.1) 국제 원자재(강관) 가격상승으로 공사비 증가

(2.2) 말뚝재료의 효과적 활용을 고려한 합리적 적용방안 필요

(2.3) 선굴착공법의 경우 말뚝 선단 폐색효과 유리

(2.4) 말뚝이음이 필요한 긴 말뚝일수록 공사비 절감 효과 유리

(3) 복합말뚝의 종류

구 분	HCP (Hybrid Composite Pile)	NCP (Non-Welding Composite Pile)	SPC (Steel & PHC Composite Pile)
개 요 도	 	 	 
공 법 개 요	○ 강관 말뚝에 접합용 결합구를 용접 ○ 현장에서 PHC말뚝과 용접	○ 강관말뚝에 볼트체결용 이음장치 용접 ○ 볼트체결 가능 PHC말뚝 사용하여 현장에서 체결	○ 결합구를 포함한 강관체결구를 이용하여 PHC말뚝 용접 ○ 현장에서 강관 파일에 용접
특 징	○ 기존 강관 파일에 접합용 결합구를 용접한 후 PHC말뚝과 용접 체결하여 기존 강관 및 PHC 말뚝 사용에 제한 없음	○ 볼트체결이 가능한 PHC말뚝을 사용하여 현장에서 신속 체결 가능 ○ 결합부 무용접으로 별도의 비파괴 시험 없음	○ 강관 체결구를 기존PHC말뚝에 용접한 말뚝을 현장에서 강관파일과 용접연결
특 허 관 련	○ 특허 제10-0720946호 : 콘크리트 말뚝과 강관말뚝의 접합구조를 갖는 복합말뚝 (07.5.16등록) ○ 신기술 제556호 : 강관말뚝과 PHC말뚝을 결합구로 용접시킨 매입형 복합말뚝(08.7.22지정) ○ 실용신안등록 제20-0441567호 (08.8.19등록)	○ 특허 제10-0798647호 : 말뚝이음장치 (08.1.22등록)	○ 특허 제10-083658호 : 복합파일용 콘크리트 파일 (08.2.19 등록)
	○ 특허권자 : 한맥기술, 장헌산업, 파일테크	○ 특허권자 : 부교탁, 이상운, 최승선	○ 특허권자: 포유엔지니어링, 최영덕
시공실적	전주~광양간 고속국도 외 다수	국도31호선 임랑교 개축공사	동탄~병점도로 1공구

※ 2009. 12. 1 현재 시판중인 복합말뚝 기준임

3. 개선내용

3.1 복합말뚝 설계 적용 검토

(1) 연결부 구조 안정성 검토

(1.1) 연결부 구조 안정성 검토 결과 안정한 것으로 판명됨

형식	압축강도			휨강도		
	기준	시험결과	판정	기준	시험결과	판정
HCP	항복시 연결부 이상여부	이상없음	O.K	155KN·m	296KN·m	O.K
NCP	〃	〃	O.K	〃	180KN·m	O.K
SPC	〃	〃	O.K	〃	172KN·m	O.K

(1.2) 강관말뚝 연결부(단면변화부) 위치는 아래식을 만족하여야 함

(1.2.1) 1/2 Mmax의 위치 + 1.0m (도로설계요령 P490)

(2) 경제성 검토

(2.1) 말뚝길이가 길어질수록 복합말뚝의 자재비 저렴(37%~71%)

(단위 : 천원)

말뚝길이	강관말뚝 (Φ508mm)	복합말뚝 (Φ500mm)			
		A사	B사	C사	평균
15m	2,074	1,485	1,644	1,451	1,519 (37%)
20m	2,839	1,718	1,882	1,674	1,759 (70%)
25m	3,513	2,143	2,336	2,047	2,163 (62%)
30m	4,188	2,426	2,604	2,321	2,450 (71%)

* ( ) : 강관말뚝대비 복합말뚝 공사비의 절감 비율

(3) 적용 방안

(3.1) 말뚝에 작용하는 수평력 및 모멘트를 만족하면서 경제성을 확보하는 경우 복합말뚝 적용

(3.2) 매입말뚝에 적용 (항타말뚝 미적용)

(3.2.1) PHC말뚝 선단부가 폐단면으로 항타시 연결부 및 부두 손상 우려가 있고, 기초심도 변화시 말뚝길이에 조정이 곤란함

3.2 복합말뚝 설계도서 표기 방안

기본원칙 : 특정업체 공법이 설계도서에 표기되지 않도록한다

(1) 설계도(구조물도)

(1.1) 종단면도, 교대(교각) 일반도에 아래와 같이 명기

(1.1.1) 예) 복합말뚝 (Φ500mm × 80, L=10.0m)

(2) 수량 및 단가산출

(2.1) 복합말뚝은 직경(Φ400mm, Φ500mm, Φ600mm)에 따른 길이별 본수로 구분하여 산출하고, 단가는 견적단가중 최저금액 적용

(2.2) 단가설명서

(2.2.1) JF1000 복합말뚝 : 이 단가는 복합말뚝 제작에 필요한 강관말뚝, PHC말뚝 및 연결부 등의 자재비와 제작비, 운반비 등이 포함된다.

(3) 내역서

(3.1) 복합말뚝 공종을 신설하여 아래와 같이 명기

공종명	규격	수량	단위	-------
JF1000 복합말뚝				
JF1100 말뚝본수				
JF1100 D=500mm				
JF1111 D=500mm	L=10m, t= 9mm		본	
JF1112 D=500mm	L=10m, t=12mm		본	
JF1121 D=500mm	L=11m, t= 9mm		본	
JF1122 D=500mm	L=11m, t=12mm		본	
:	:		:	

※매입말뚝 시공 비용 및 두부보강 비용은 기존 CODE 사용

(3.2) JF1000 강관말뚝공 부대공은 JG1000으로 변경

(4) 구조계산서

(4.1) 구조계산방법은 3개공법이 동일하므로 구조계산시 어떤 공법이든 활용 가능하나

(4.2) 구조계산서에 특정공법임을 알수있는 표시, 수치 등은 표기하지 말 것

4. 결론

(1) 복합말뚝은 강관말뚝의 하부를 저렴한 PHC말뚝으로 연결하여 최적화한 말뚝으로 강관말뚝 연결부(단면변화부)위치 기준과 지반의 발생 수평력 및 모멘트를 만족하면서 경제성이 확보되는 매입공법 구간에 적용.

(2) 복합말뚝 적용시 설계도서(구조물도, 내역서, 단가산출서 등)에 특정업체 공법이 표기되지 않도록 함.

(3) 적용 방안

(3.1) 본 방침 시행이후 설계중인 노선부터 적용