

# 강관말뚝과 PHC말뚝을 결합구로 용접시킨 매입형 복합말뚝(HCP : Hybrid Composite Pile)의 설계 및 시공공법



건설신기술 제556호

개발자 : (주)파일테크 (대표이사 김동수), 두산중공업(주) (대표이사 백한식),  
(주)한맥기술 (대표이사 최영수), (주)한국종합기술 (대표이사 송화영)

## 1. 신기술의 범위 및 내용

### (1) 범위

지반, 하중, 말뚝 재료의 특성이 고려되어 산출된 복합말뚝의 작용력에 대응할 수 있도록, 이질 재료의 조합 및 길이를 결정하는 복합말뚝 설계기법과, 시공시 실제의 말뚝 심도에 대응하도록 강관말뚝과 PHC말뚝의 길이를 결정하고 이를 결합구를 이용하여 강결시킨 복합말뚝(HCP : Hybrid Composite Pile) 시공공법

### (2) 내용

지반 및 하중조건에 따라 재질과 단면이 다른 복합말뚝의 구조적 거동을 파악하여 수평력과 모멘트가 크게 작용하는 말뚝상부는 전단 및 휨저항 능력이 우수한 강관말뚝으로 구성하고 압축력이 주로 작용하는 말

뚝하부는 PHC말뚝으로 조합하는 설계기법과, 현장에서 각각의 말뚝심도에 따라 말뚝을 조합할 수 있도록 시험타, 모니터링, 지층분석, 자재조합 등을 유기적으로 결합시켜 맞춤말뚝으로 시공하는 복합말뚝(HCP : Hybrid Composite Pile)시공공법

## 2. 신기술의 원리 및 시공방법

### (1) 원리

지중에 설치되는 말뚝은 재하하중, 지반상태, 기초결합조건에 따라 편차가 있지만 대부분 말뚝 상부에서 휨 모멘트가 크게 작용하고 말뚝 하부로 내려가면 수직력이 지배적이다.

본 기술은 이러한 말뚝의 거동을 파악하여 휨모멘트 및 전단력이 큰 말뚝 상부는 강관말뚝으로, 수직력이 지배적인 말뚝하부는 PHC

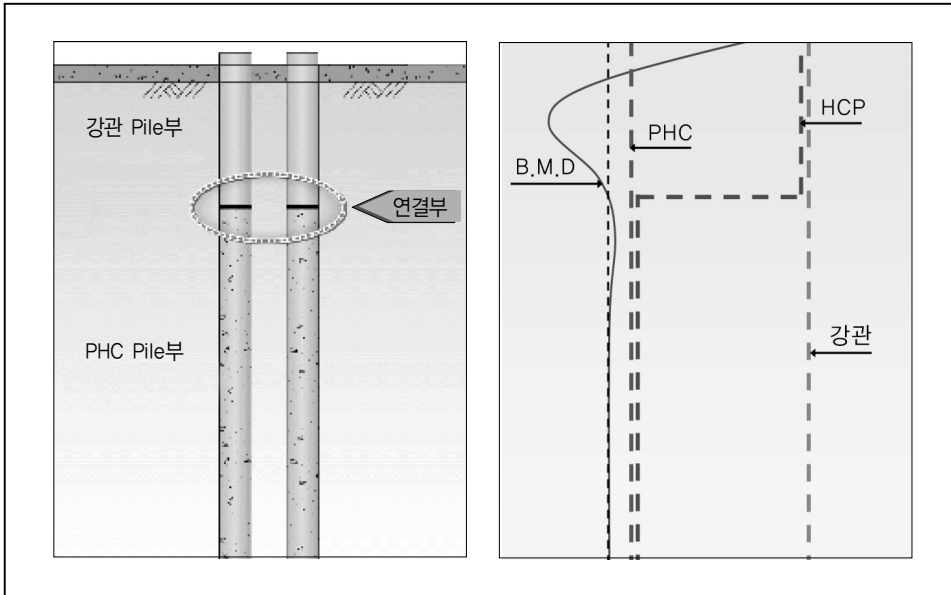


그림 1. HCP개요 및 말뚝 저항능력

Pile로 구성하여 말뚝의 구조적 안정성을 확보하면서 경제성을 향상시키는 구조이다.

## (2) 시공방법

설계 및 계획과 상이한 실제의 말뚝 심도에 대응하도록 강관말뚝과 PHC말뚝의 길이를 결정하고 이를 결합구를 이용하여 강결하여 시공되는 공법으로 시항타, 지지층 Mapping 등의 현장 작업으로 시공되지 않는 말뚝 심도를 예측하면서 말뚝의 조합을 결정하여 실제 심도에 맞는 말뚝을 시공한다.

## 3. 신기술로 인한 기대효과

### (1) 구조적 안정성 확보

말뚝은 지지력 산정시 말뚝 선단이 폐합

되어 있는 것으로 가정하고 지지력을 산정한다. 국내에서 시공되는 강관말뚝은 선단면 형상이 개(열림)단면으로 설계지지력을 만족(폐색효과)하기 위해 별도의 시공 방법 및 관리가 필요하다. 본 복합말뚝은 선단면 형상이 폐(닫힘) 단면으로 같은 지지층에 도달했을때 강관말뚝에 비하여 선단 지지력 확보가 용이하다.

또한 PHC말뚝 시공시 수반되는 문제인 두부 정리시 발생하는 PHC말뚝 두부의 균열, 프리스트레스 손실과 기초와의 강결(고정)이 힘든 구조적 문제등의 문제점을 해소하거나 경감 시킬수 있다.

### (2) 경제성 향상

본 복합말뚝(HCP)은 말뚝 상부 일정구간



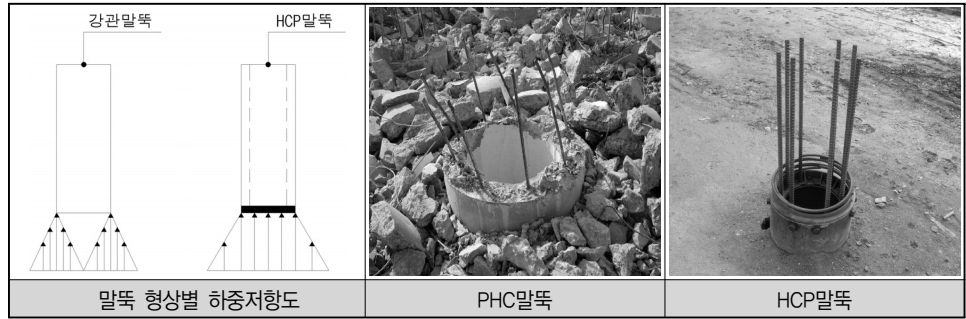


그림 2. 말뚝 하중저항도 및 PHC, HCP 두부

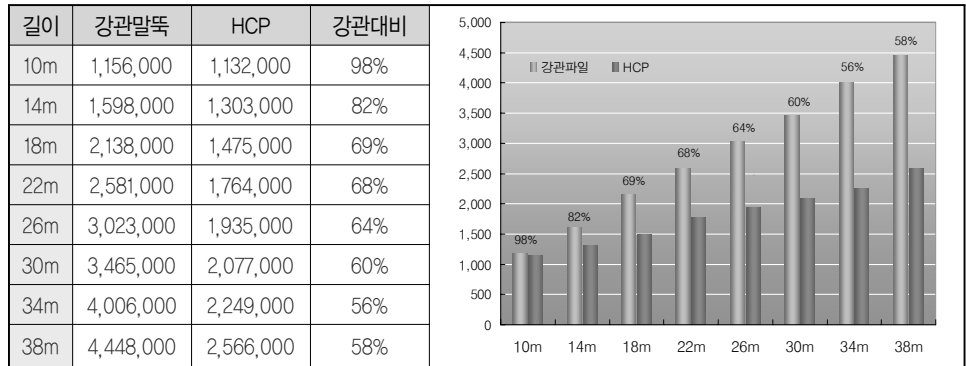


그림 3. 말뚝자재비 비교표

을 제외하고 PHC말뚝을 사용함으로 강관말뚝에 비하여 경제성이 향상되는 구조로 말뚝의 길이가 길수록 PHC말뚝으로 대체되는 구간이 크므로 경제성이 더욱 향상된다.

또한 수평력이 커서 말뚝에 작용하는 합성응력으로 말뚝의 본수가 결정되는 경우에는 말뚝 상부의 강관말뚝의 두께를 키워 단일 강관말뚝 대비 본수 감소가 가능하다.

그림 3.은 2008년 초의 기준으로 강관말뚝과 본 기술인 HCP와의 길이별 1본당 자재비다. 본 기술은 말뚝길이에 따라 차이가 있지만 말뚝길이가 18m 이상이면 강관말뚝 대비 30% 이상의 경제성 향상이 가능하다.

### (3) 국가 경쟁력 향상

강관말뚝은 재료 대부분을 수입에 의존하지만 HCP는 재료의 대부분이 콘크리트로 국내 자원으로 자급자족이 가능하여 강관말뚝 대체로 인한 고용유발 및 산업 활성화 효과가 크므로 국가 경쟁력 향상에도 일조할 것이다.

### (4) 환경훼손 최소화

최근의 말뚝 시공은 환경적인 요인으로 인해 매입말뚝 시공이 증가되고 있다.

매입말뚝 시공시 강관말뚝은 선단이 개단면 이므로 선단폐색을 위한 선단 근고역이

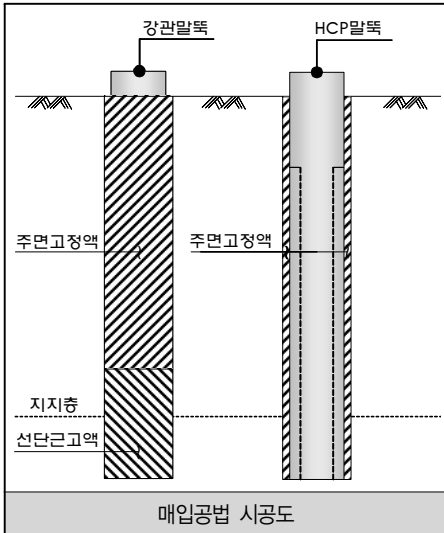


그림 4. 매입공법시 그라우팅 비교

필요하고 지반 굴착후 주면고정액을 주입한 후 말뚝을 삽입하므로 주면 마찰력 확보를 위한 주면고정액이 과다 투입되지만 HCP는 선단근고액이 필요치 않고 주면고정액도 강관말뚝에 비해 사용량이 훨씬 감소되므로 주면 및 선단근고액의 주 재료인 시멘트로

인한 토질 및 하천의 환경피해를 경감할수 있다.

#### 4. 활용현황 및 전망

##### (1) 적용현장 분석 및 활용실적

상기 공사는 고속도로 및 철도 구조물의 기초에 설치되는 공사로 기 계획된 말뚝 심도와 상이한 실제 말뚝 심도에 대응하기 위한 현장 시스템 운용으로 실제 말뚝 심도에 맞게 시공되어 졌다. 시공 말뚝은 품질 시험 결과 견전도 및 성능이 설계값 이상으로 구조적 안정성을 확보하면서 강관말뚝에 비하여 경제성이 향상되는 것을 확인하였다.

##### (2) 활용전망

말뚝은 상부 구조물의 종류에 따라 말뚝 작용력의 크기는 다소 다르지만 지중에서의 거동은 일정하다.

순번	공사명	교량명	수량(본)	말뚝길이(m)	발주처	시공사	비고
1	서수원-오산-평택 고속도로 민간투자사업(제7공구)	귀래교	190	14.0~20.0	경기고속도로 주식회사	두산중공업 주식회사	시공 완료
2	고속국도 제27호선 전주-광양간 건설공사(제10공구)현장	둔사교외 1개소	162	15.0~22.0	한국도로공사 남원-광양 사업단	범양건영 주식회사	시공 완료
3	제3경인(시흥도리-인천 남동간)고속도로 건설공사	시화영업소 통로암거외 2개소	470	11.0~27.0	제삼경인 고속도로(주)	(주)한화건설	시공 완료
4	인천국제공항철도 2단계 공사	고양정거장외 2개소	726	12.3~33.0	인천국제공항 철도(주)	고려개발 주식회사	시공 완료
5	제3경인(시흥~남동간)고속화도로 민간투자사업 2공구 건설공사	역T옹벽 (L=100m)	336	25.0~30.0	제삼경인 고속도로	주식회사 대우건설	시공 완료





본 기술인 복합말뚝(HCP)은 말뚝의 거동에 따라 재질을 달리하여 말뚝의 효율 향상을 가능케 하므로 깊은 기초에 사용되어 기초 공사비 절감에 일조할 것이다.

또한 단일말뚝에 비하여 구조안정성과 경

제성 측면에서 우위에 있으므로 시장 확보에 유리하며 특히 근래에 강관말뚝 가격이 폭등하여 강관말뚝을 대체할 수 있는 본 신기술의 시장 확보 전망은 밝을 것으로 기대된다.