



SPC (Steel & PHC Composite) Pile

유니콘크리트

목 차

1. SPC Pile의 기본 구성

2. SPC Pile의 개요

3. SPC Pile의 설계

4. SPC Pile(연결장치&복합파일용 PHC파일)의 제작

5. SPC Pile의 현장 향타

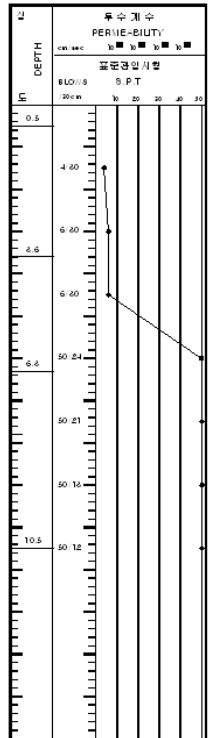
부 록

복합말뚝이란?

강관말뚝과 PHC 말뚝의 장점을 발취하여
말뚝 재료의 효율을 극대화시킨 경제적인 공법

▶ 강관(상부) → 모멘트, 전단력에 저항 ▶ PHC(하부) → 축하중에 저항

주 상 도



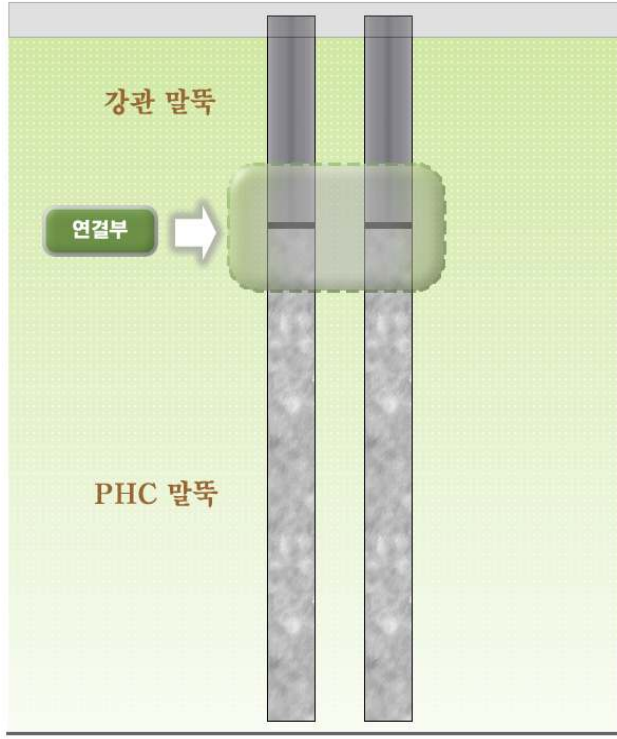
휨모멘트



전 단 력



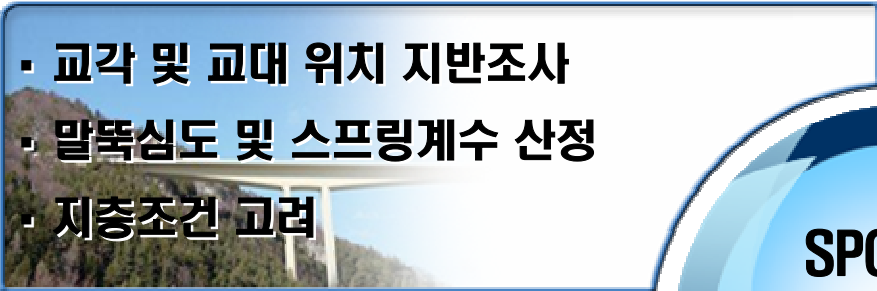
복합말뚝



SPC 설계

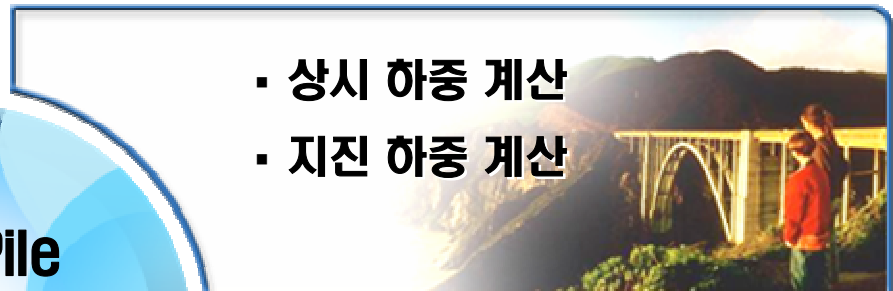
1. 지반조사

- 교각 및 교대 위치 지반조사
- 말뚝심도 및 스프링계수 산정
- 지층조건 고려

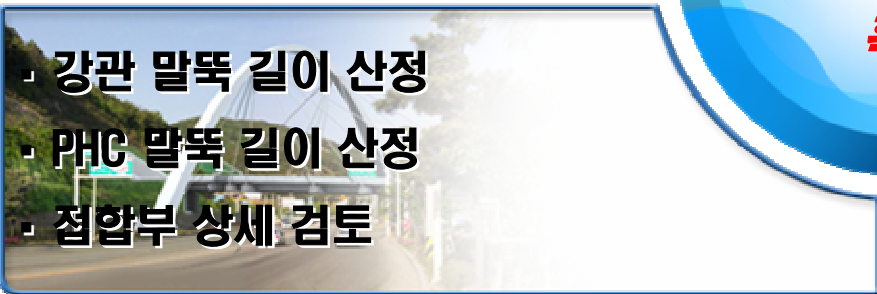


2. 상부하중 계산

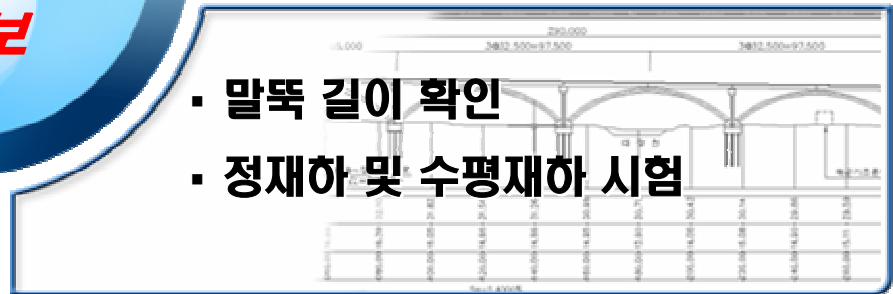
- 상시 하중 계산
- 지진 하중 계산




- 강관 말뚝 길이 산정
- PHC 말뚝 길이 산정
- 접합부 상세 검토



- 말뚝 길이 확인
- 정재하 및 수평재하 시험



3. 말뚝 최적 설계

4. 말뚝시공

- ◆ 지층조건, 하중조건, 위치별 말뚝의 단면특성을 고려한 **말뚝 최적화 설계**
- ◆ 접합부 상세 검토 및 시험시공으로 **구조적 안정성 확보**

구조적 안정성



시공성, 효율성, 경제성을 고려한 복합말뚝



강 관 말뚝
▶ 지진시 모멘트 / 전단력 저항력 우수

복합말뚝 연결장치
▶ 수직 및 수평 하중 분산 효과

PHC말뚝
▶ 뛰어난 경제성 및 지지력 우수

시공의 편의성

기존 장비 사용

- ☒ 연결방법 동일
- ☒ 길이 조정 가능
- ☒ 말뚝 규격 다양
항타, 매입 가능

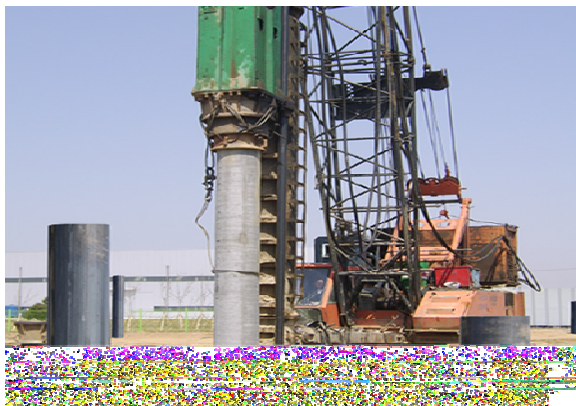
자재 현장 반입



연결장치 준비



PHC 말뚝 항타



복합말뚝 연결장치



복합말뚝 항타

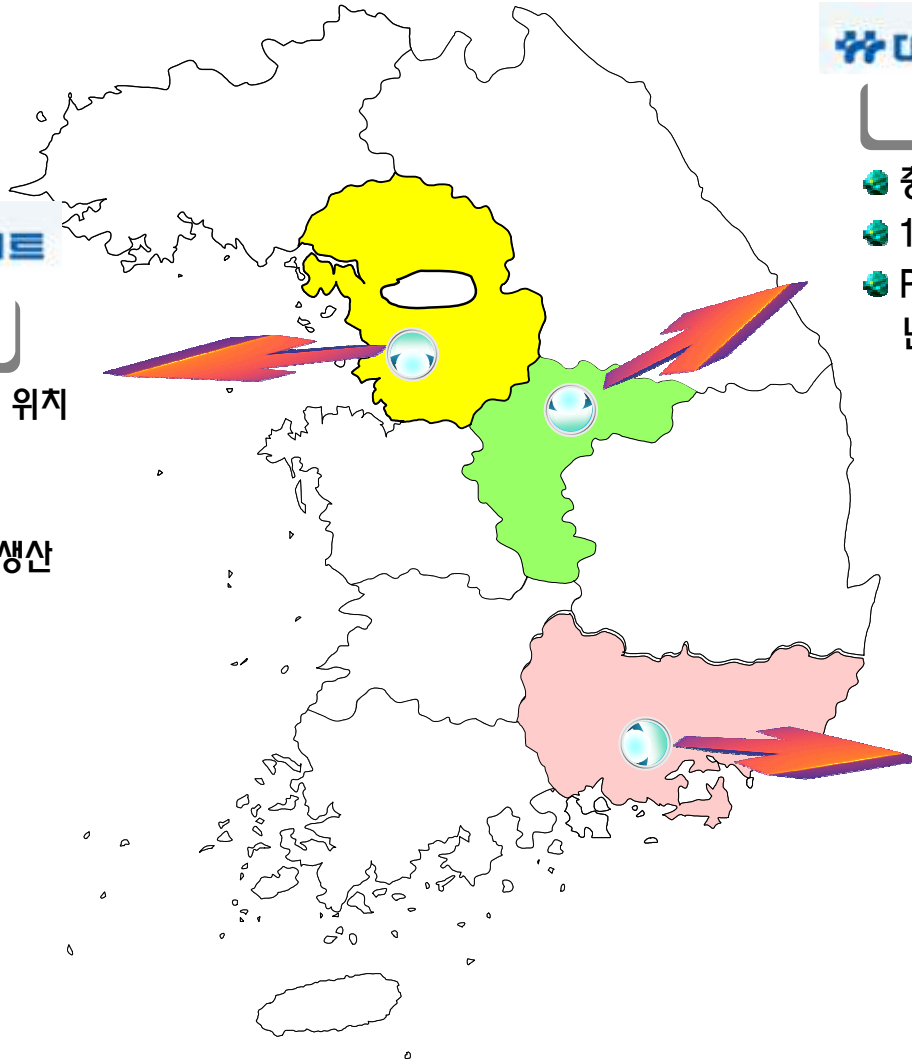


● 공장 위치

㈜ 디림콘크리트

용인공장

- 경기도 용인시 위치
- 1992년 준공
- PHC파일
 년간 30만톤 생산



㈜ 디림콘크리트

충주공장

- 충북 충주시 위치
- 1992년 준공
- PHC파일
 년간 60만톤 생산

㈜ 디림콘크리트

칠서공장

- 경남 함안군 위치
- 1996년 준공
- PHC파일
 년간 30만톤 생산




부 록

1. 성능시험성적서
2. 성능시험 사진(압축시험)
3. 성능시험 사진(힘강도시험)
4. 동재하 시험
5. 수평재하 시험
6. 복합파일(SPC) 실적
7. 접합부(연결장치) 상세구조해석
8. 두부보강 PHC파일


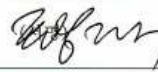
1. 성능시험성적서

SPC Pile

성능시험 성적서

 <p>한양대학교 친환경건축연구센터 센터: (425-791) 경기도 안산시 상록구 사1동 1271 Tel: 031-400-4690 Fax: 031-406-7118 실험동: (425-791) 경기도 안산시 상록구 사1동 1271 Tel: 031-400-4112, 5181 Fax: 031-400-4112, 5181</p>	성적서 번호 : 07-03-04 페이지 (1) / (총 1)																	
	1. 의뢰자 ○ 기관명 : (주) 포유엔지니어링 ○ 주소 : 경기도 성남시 분당구 수내동 7-1 대덕글로벌리 ○ 의뢰일자 : 2007년 4월 12일 2. 시험성적서의 용도 : 품질확인용 3. 시험 대상품목 또는 시료명 : Con' c Pile(d=500mm, t=80mm L=700mm 종별 : A형) + Steel Connector(d=500mm, t=14mm, L=200mm) + Steel Pile (d=508mm, t=12mm, L=500mm) 4. 시험기간 : 2007년 4월 17일 5. 시험방법 : KS F 4306(2003) - 압축강도 평가 6. 시험결과 : 모든 시험체는 강관파일의 항복 및 좌굴로 최종 파괴됨.																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>항 목</th> <th>항복하중 (kN)</th> <th>최대하중 (kN)</th> <th>파괴양상</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>시료명 No. 1</td> <td>4,028.01</td> <td>6,469.96</td> <td rowspan="4">강관 Pile의 항복 및 좌굴</td> </tr> <tr> <td>No. 2</td> <td>4,019.97</td> <td>5,823.34</td> </tr> <tr> <td>No. 3</td> <td>4,145.49</td> <td>6,341.09</td> </tr> <tr> <td>평 균</td> <td>4,064.49</td> <td>6,211.46</td> </tr> </tbody> </table>	항 목	항복하중 (kN)	최대하중 (kN)	파괴양상	시료명 No. 1	4,028.01	6,469.96	강관 Pile의 항복 및 좌굴	No. 2	4,019.97	5,823.34	No. 3	4,145.49	6,341.09	평 균	4,064.49	6,211.46	
항 목	항복하중 (kN)	최대하중 (kN)	파괴양상															
시료명 No. 1	4,028.01	6,469.96	강관 Pile의 항복 및 좌굴															
No. 2	4,019.97	5,823.34																
No. 3	4,145.49	6,341.09																
평 균	4,064.49	6,211.46																
확인 성명 : 황재구 																		
2007년 4월 25일 한양대학교 친환경건축 연구센터 소장 신성우 (인) 																		

성능시험 성적서

 <p>한양대학교 친환경건축연구센터 센터: (425-791) 경기도 안산시 상록구 사1동 1271 Tel: 031-400-4690 Fax: 031-406-7118 실험동: (425-791) 경기도 안산시 상록구 사1동 1271 Tel: 031-400-4112, 5181 Fax: 031-400-4112, 5181</p>	성적서 번호 : 07-03-04 페이지 (1) / (총 1)														
	1. 의뢰자 ○ 기관명 : (주) 포유엔지니어링 ○ 주소 : 경기도 성남시 분당구 수내동 7-1 대덕글로벌리 ○ 의뢰일자 : 2007년 4월 12일 2. 시험성적서의 용도 : 품질확인용 3. 시험 대상품목 또는 시료명 : Con' c Pile(d=500mm, t=80mm L=700mm 종별 : A형) + Steel Connector(d=500mm, t=14mm, L=200mm) + Steel Pile (d=508mm, t=12mm, L=500mm) 4. 시험기간 : 2007년 4월 21일 5. 시험방법 : KS F 4306(2003) - 휨강도 평가(지간=8,000mm) 6. 시험결과 : PHC 말뚝의 강선파단으로 최종 파괴됨														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>항 목</th> <th>하중 (kN)</th> <th>휨강도 (kN·m)</th> <th>휨강도 (kN·m) [KS규격]</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>시료명 균열 강도</td> <td>69.62</td> <td>142.01</td> <td>103.0</td> <td rowspan="2">PHC 말뚝에 대한 KS 규격상의 휨 및 파괴강도를 만족함.</td> </tr> <tr> <td>최대 휨강도</td> <td>86.88</td> <td>172.22</td> <td>155.0</td> </tr> </tbody> </table>	항 목	하중 (kN)	휨강도 (kN·m)	휨강도 (kN·m) [KS규격]	비고	시료명 균열 강도	69.62	142.01	103.0	PHC 말뚝에 대한 KS 규격상의 휨 및 파괴강도를 만족함.	최대 휨강도	86.88	172.22	155.0	
항 목	하중 (kN)	휨강도 (kN·m)	휨강도 (kN·m) [KS규격]	비고											
시료명 균열 강도	69.62	142.01	103.0	PHC 말뚝에 대한 KS 규격상의 휨 및 파괴강도를 만족함.											
최대 휨강도	86.88	172.22	155.0												
확인 성명 : 황재구 															
2007년 4월 25일 한양대학교 친환경건축 연구센터 소장 신성우 (인) 															

실험 세팅



400톤 항복



600톤 좌굴



압축
실험후
내부



압축
실험후
외부



압축 시험



10,000kN UTM을 이용한 압축시험

강관말뚝 상부



6,000kN에서 강관 좌굴 파괴

복합말뚝 연결부



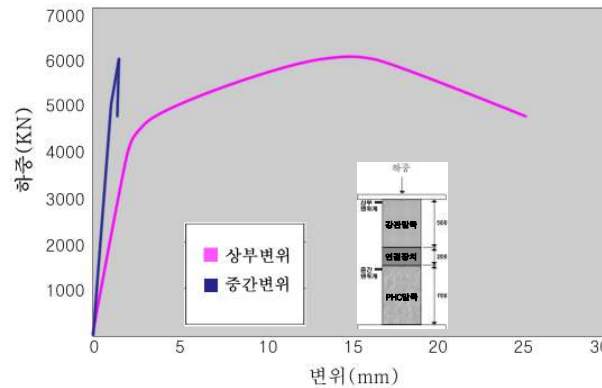
연결장치 및 PHC 말뚝 안전성 확보

연결장치 내부



시험후 연결부 확인

압축 시험 결과



구분 \ 항목	항복하중 (kN)	최대하중 (kN)
No. 1	4028	6470
No. 2	4020	5823
No. 3	4064	6341

- 모든 시험체에서 강관 항복 및 좌굴로 최종 파괴
- 연결장치 및 PHC 말뚝 안전성 확보

실험 세팅



재 하



PHC 균열



PHC 강봉 파단



3-2. 성능시험사진 (힘강도 실험)

SPC Pile

휨 실험

휨실험 시험체 세팅



4점 재하 휨실험

PHC 균열 발생



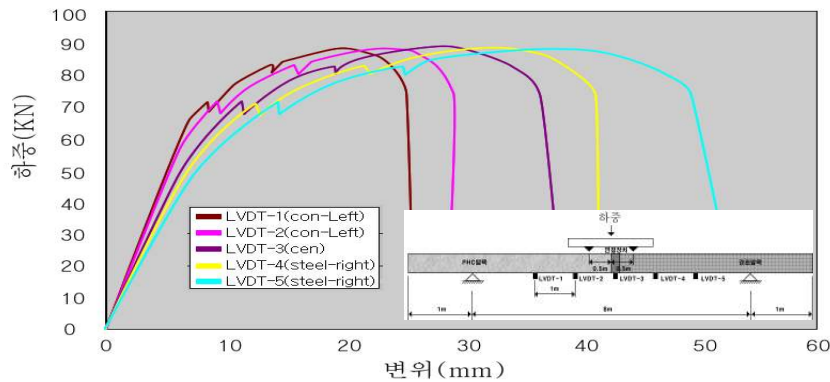
69.62kN에서 휨균열 발생

PHC 강봉 파단



강봉 파단까지 연결부 안전성 확보

하중-변위 그래프



휨 실험 결과

구분 \ 항목	하중(kN)	휨강도 (kN.m)	휨강도 KS 규격
균열 강도	69.62	142.01	103.0
최대 휨강도	86.88	172.22	155.0

- PHC 말뚝의 강봉 파단으로 최종 파괴
- 복합말뚝의 연결장치 구조적 안전성 확보

연결장치 용접



SCP 항타



계측기 설치



시험 계측



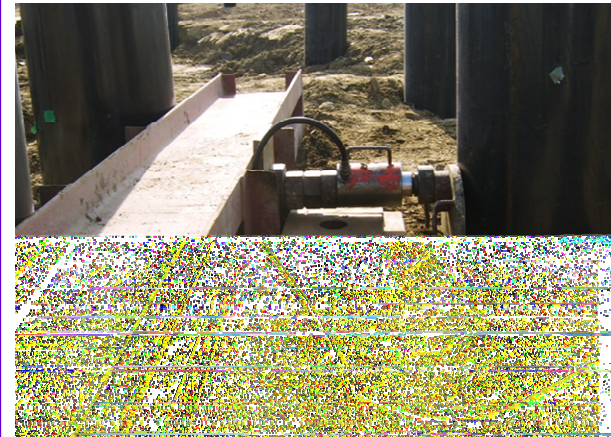


시험 말뚝의 구성	동재하 시험 결과																								
<p>☒ 강관말뚝</p> <ul style="list-style-type: none"> - 상, 하부 강관말뚝 : $\Phi 508-12t, L=20m$ <p>☒ 복합말뚝 (SPC Pile)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 상부 강관 말뚝 : $\Phi 508-12t, L=10m$ - SPC 연결장치 : $\Phi 500-14t, L=0.2m$ - 하부 PHC 말뚝 : $\Phi 500 (A Type), L=10m$ 	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">말뚝 번호</th> <th rowspan="2">관입 깊이 (m)</th> <th colspan="3">CAPWAP 분석</th> <th rowspan="2">허용 지지력 (ton)</th> <th rowspan="2">비고</th> </tr> <tr> <th>선단 지지력 (Rb)</th> <th>주면 마찰력 (Rs)</th> <th>전체 지지력 (Ru)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>16.7</td> <td>191.9</td> <td>74.0</td> <td>265.9</td> <td>106.4</td> <td>SPC</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>18.5</td> <td>184.5</td> <td>109.1</td> <td>293.5</td> <td>117.4</td> <td>Steel</td> </tr> </tbody> </table>	말뚝 번호	관입 깊이 (m)	CAPWAP 분석			허용 지지력 (ton)	비고	선단 지지력 (Rb)	주면 마찰력 (Rs)	전체 지지력 (Ru)	1	16.7	191.9	74.0	265.9	106.4	SPC	2	18.5	184.5	109.1	293.5	117.4	Steel
말뚝 번호	관입 깊이 (m)			CAPWAP 분석					허용 지지력 (ton)	비고															
		선단 지지력 (Rb)	주면 마찰력 (Rs)	전체 지지력 (Ru)																					
1	16.7	191.9	74.0	265.9	106.4	SPC																			
2	18.5	184.5	109.1	293.5	117.4	Steel																			

실험 세팅



재 하



변위계 설치



변위량 계측



수평재하 시험



가력 장치



변위계 설치



수평재하 시험 결과

구 분	항 목	140kN
	강관말뚝(Φ508x12t)	38.9 mm
	복합말뚝(Φ508/Φ500)	40.37 mm

- ✘ **횡방향 변위**
 : 강관말뚝과 복합말뚝 거의 동일한 거동을 나타냄
- ✘ **구조적 안정성**
 : 말뚝 연결부의 손상 없음

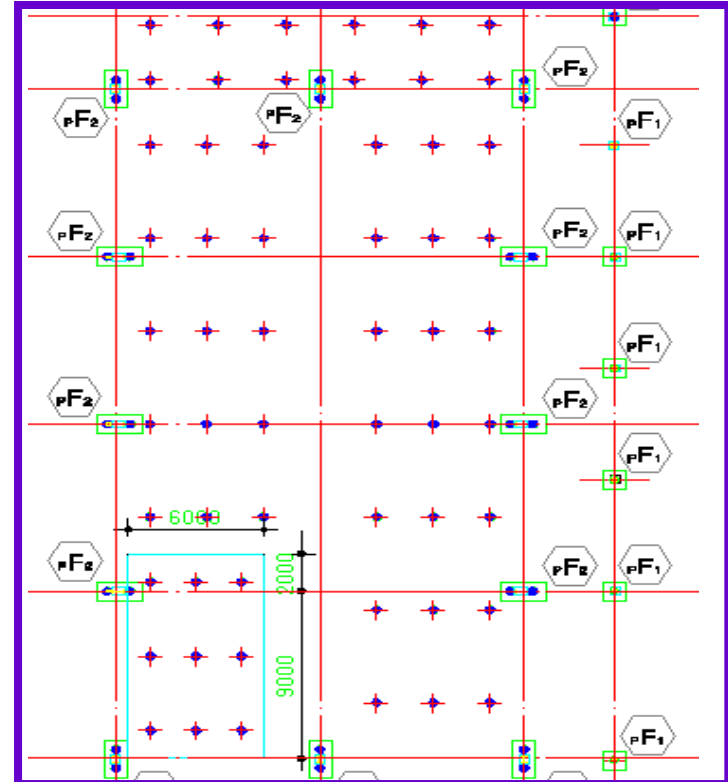


동탄~병점 도로건설사업 1공구



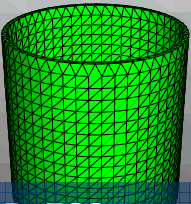
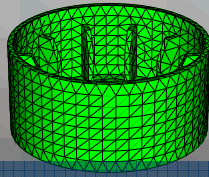
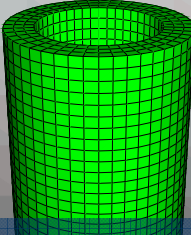
아산 대영정밀

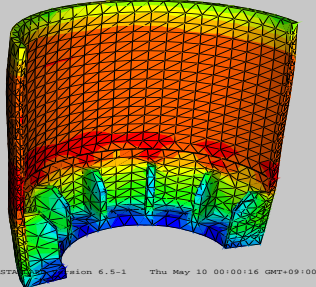
도면(기계 기초부분)



- 관입본수: 80본
- 말뚝직경: PHC- ϕ 500-A
+STEEL- ϕ 508X12t

접합부 상세 해석 검토

Steel 말뚝 모델링	Connector 모델링	PHC 말뚝 모델링
 <p>L=500mm, D=508mm, t=12mm 3D Solid 요소 사용</p>	 <p>L=200mm, D=508mm, t=14mm Rib=11EA, 3D Solid 요소 사용</p>	 <p>L=700mm, D=500mm, t=80mm 3D Solid 요소 사용</p>

PHC 응력 검토	Connector 응력 검토
 <p>σ, Mises (Avg. Crit.: 75%) +3.315e+02 +2.993e+02 +2.671e+02 +2.349e+02 +2.027e+02 +1.705e+02 +1.383e+02 +1.061e+02 +7.39e+01 +4.17e+01 -9.05e+01</p> <p>ODB: test-066.odb ABAQUS/STATION 6.5-1 Thu May 10 09:00:16 GMT+09:00 2007 Step: Step-1 1) Step Time = 1.000 Primary Var: σ, Mises Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +9.122e+02</p>	 <p>σ, Mises (Avg. Crit.: 75%) +3.315e+02 +2.993e+02 +2.671e+02 +2.349e+02 +2.027e+02 +1.705e+02 +1.383e+02 +1.061e+02 +7.39e+01 +4.17e+01 -9.05e+01</p> <p>ODB: test-066.odb ABAQUS/STATION 6.5-1 Thu May 10 09:00:16 GMT+09:00 2007 Step: Step-1 1) Step Time = 1.000 Primary Var: σ, Mises Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +9.122e+02</p>

복합파일 이음금구



복합 Pile 제품

