

말뚝기초실무

Piling Engineering Practice

조 천 환 저

 이엔지·북

차 례

- 머리말 ii
- 차 례 vi

1 장 말뚝기초의 현황과 과제 1

1.1 개요	1
1.2 말뚝기초 관련 기준 및 시방서	3
1.3 말뚝기초의 재료	4
1.4 말뚝기초의 설계	9
1.5 말뚝기초의 시공	15
1.6 말뚝기초의 시험 및 품질 확인	22
1.7 향후 과제	27

2 장 말뚝기초의 정의와 분류 29

2.1 말뚝기초의 정의 및 용도	29
2.2 말뚝기초공법의 분류	31
2.3 말뚝기초공법의 선정	36

3 장 말뚝기초공법의 특징과 선정 39

3.1 타입말뚝	39
3.1.1 타입말뚝 개요	39

3.1.2 타입 해머 선정	43
3.2 매입말뚝	46
3.2.1 매입말뚝공법의 종류와 특징	46
3.2.1.1 SIP공법	46
3.2.1.2 SAIP공법	49
3.2.1.3 Corex공법	51
3.2.1.4 SDA(DRA)공법	53
3.2.1.5 속파기공법	56
3.2.1.6 PRD(매입말뚝)공법	58
3.2.2 매입말뚝공법의 선정	60
3.3 현장타설말뚝	62
3.3.1 현장타설말뚝공법의 종류와 특성	62
3.3.1.1 어쓰드릴(earth drill)공법	62
3.3.1.2 RCD(Reverse Circulation Drill)공법	65
3.3.1.3 올케이싱(all casing) 공법	68
3.3.1.4 수정어쓰드릴공법	71
3.3.1.5 수정RCD공법	74
3.3.1.6 PRD현장타설말뚝공법	76
3.3.2 현장타설말뚝공법의 선정	79

4 장 말뚝기초의 설계 83

4.1 설계의 기본원칙	83
4.2 말뚝재료의 축방향 허용하중	84
4.3 말뚝의 축방향 압축지지력	87
4.3.1 개요	87
4.3.2 축방향 압축지지력	89
4.3.2.1 극한지지력과 허용지지력	89
4.3.2.2 정역학적 지지력식에 의한 극한지지력	90
4.3.2.3 현장시험결과를 이용한 극한지지력	97
4.3.2.4 암반에 근입된 말뚝의 극한지지력	116
4.3.2.5 IGM에 근입된 말뚝의 극한지지력	124

4.3.3	축방향 지지력 산정시 고려 사항	130
4.3.3.1	말뚝재하시험을 이용한 축방향 지지력의 산정	130
4.3.3.2	군말뚝 조건의 고려	132
4.3.3.3	부주면마찰력의 산정 및 허용지지력 결정	133
4.4	타입말뚝의 지지력의 시간경과효과	138
4.4.1	시간경과효과의 정의 및 원인	138
4.4.2	시간경과효과의 적용	140
4.4.3	Set up효과의 예측	141
4.5	동적방법에 의한 말뚝 거동 평가	147
4.5.1	항타공식	147
4.5.2	파동이론분석	155
4.5.2.1	파동이론분석의 개요	155
4.5.2.2	파동이론분석의 기본 이론	157
4.5.2.3	파동이론분석 방법	161
4.5.2.4	파동이론분석 결과의 이용	170
4.6	말뚝기초의 침하	172
4.6.1	단말뚝의 침하량	172
4.6.1.1	토사지반	172
4.6.1.2	암반	175
4.6.1.3	IGM	182
4.6.2	군말뚝의 침하량	185
4.6.3	허용침하량	189
4.7	말뚝의 인발저항력	190
4.7.1	단말뚝의 인발저항력	190
4.7.2	군말뚝의 인발저항력	194
4.8	말뚝의 수평저항력	195
4.8.1	수평하중을 받는 말뚝의 분류	195
4.8.2	주동말뚝의 수평저항력 산정 및 평가	196
4.8.2.1	극한평형법	196
4.8.2.2	지반반력법	197
4.8.2.3	$p-y$ 곡선해석법	201
4.8.2.4	k_h 산정방법	215

4.8.3 수동말뚝의 수평저항력 산정 및 평가	221
4.8.3.1 축방유동의 판정	221
4.8.3.2 축방유동에 의한 말뚝의 안정성 평가	223
4.8.3.3 수동말뚝을 포함한 사면의 안정성 평가	224
4.8.4 재하시험에 의한 수평저항력 추정	225
4.8.5 수평저항력에 대한 군말뚝효과	226
4.8.6 수평하중을 받는 말뚝의 수평변위기준	230
4.9 말뚝기초의 군말뚝 해석	230
4.10 말뚝 본체의 설계	232
4.10.1 축압축력에 의한 응력	232
4.10.2 축인장력에 의한 응력	233
4.10.3 수평력과 휨모멘트에 의한 응력	234
4.10.4 축압축력과 휨모멘트의 조합에 의한 응력	234

5 장 말뚝의 재하시험 237

5.1 재하시험 개요	237
5.2 정적압축재하시험	239
5.2.1 시험개요 및 장치	239
5.2.2 시험방법	241
5.2.3 시험결과의 해석	244
5.3 수평재하시험	248
5.3.1 시험개요 및 장치	248
5.3.2 시험방법	251
5.3.3 시험결과의 해석	253
5.4 인발재하시험	255
5.4.1 시험개요 및 장치	255
5.4.2 시험방법	256
5.4.3 시험결과의 해석	259
5.5 동재하시험	260
5.5.1 개요	260

5.5.2 기본이론	261
5.5.3 장비 및 시험방법	266
5.5.4 시험결과와 해석	269
5.5.5 시험결과와 응용과 문제 해결	275
5.6 양방향재하시험	277
5.6.1 시험개요 및 장치	277
5.6.2 시험방법	281
5.6.2.1 시험절차	281
5.6.2.2 시험 셀의 위치결정	282
5.6.3 시험결과와 해석	284
5.6.3.1 지지력성분의 해석	284
5.6.3.2 등가 하중—침하량 곡선의 해석	285
5.7 재하시험법의 선정	287
5.7.1 정재하시험과 동재하시험	287
5.7.2 정재하시험과 양방향재하시험	290
5.8 재하시험 사례	292
5.8.1 강관말뚝의 각종 재하시험 사례	292
5.8.1.1 재하시험 개요	292
5.8.1.2 정재하시험	292
5.8.1.3 동재하시험	303
5.8.1.4 인발재하시험	312
5.8.1.5 수평재하시험	317
5.8.2 현장타설말뚝의 양방향재하시험 사례	321

6 장 말뚝기초의 시공 329

6.1 타입말뚝	329
6.1.1 시공 일반	329
6.1.1.1 준비 및 필요 도서	329
6.1.1.2 운반, 보관 및 취급	332
6.1.2 자재 및 장비	333
6.1.2.1 말뚝	333

6.1.2.2 항타장비	335
6.1.3 시항타	344
6.1.3.1 일반사항	344
6.1.3.2 시항타시 준비사항	344
6.1.3.3 시항타	346
6.1.3.4 시항타 결과 활용	347
6.1.4 본항타	349
6.1.4.1 준비	349
6.1.4.2 세우기	350
6.1.4.3 본항타	351
6.1.4.4 최종관입량 및 항타 종료	354
6.1.4.5 말뚝 잇기	356
6.1.4.6 말뚝설치 시공오차 및 보강	365
6.1.4.7 말뚝머리 정리	367
6.2 매입말뚝	374
6.2.1 시공 일반	374
6.2.1.1 준비 및 필요 도서	374
6.2.1.2 운반, 보관 및 취급	377
6.2.2 자재 및 장비	378
6.2.2.1 말뚝	378
6.2.2.2 시멘트풀	378
6.2.2.3 장비	379
6.2.2.4 기타	382
6.2.3 시험시공	387
6.2.3.1 일반사항	387
6.2.3.2 시험천공	387
6.2.3.3 시항타	389
6.2.3.4 시험시공 결과 활용	393
6.2.4 본시공	395
6.2.4.1 준비	395
6.2.4.2 세우기	396
6.2.4.3 천공	397
6.2.4.4 시멘트풀 주입 및 말뚝 삽입	400
6.2.4.5 경타	402

6.2.4.6 말뚝 잇기	405
6.2.4.7 말뚝설치 시공오차 및 보강	407
6.2.4.8 말뚝머리 정리	407
6.3 현장타설말뚝	407
6.3.1 공법별 시공상세	407
6.3.1.1 어쓰드릴공법	407
6.3.1.2 RCD공법	416
6.3.1.3 올케이싱공법	421
6.3.1.4 수정어쓰드릴공법	427
6.3.1.5 수정RCD공법	436
6.3.1.6 PRD현장타설말뚝공법	441
6.3.2 철근콘크리트공과 말뚝머리 정리	447
6.3.2.1 철근콘크리트공	447
6.3.2.2 말뚝머리 정리	458
6.3.3 시공관리 및 품질관리	461
6.3.4 품질확인	465
6.3.4.1 품질확인방법의 개요	465
6.3.4.2 품질확인을 위한 코어링	467

7 장 말뚝기초의 문제점과 대책 475

7.1 타입말뚝	475
7.1.1 타입말뚝의 시공 문제 개요	475
7.1.2 타입말뚝 시공시 주요 문제점과 대책	477
7.1.2.1 타입말뚝의 손상	477
7.1.2.2 항타 및 최종타격	480
7.1.2.3 항타시 지반 변위에 따른 말뚝의 솟아오름	482
7.1.2.4 기타 문제	484
7.1.3 타입말뚝의 문제점과 대책 사례	488
7.1.3.1 연약지반에서 인장응력 발생으로 인한 PHC말뚝의 손상 ..	488
7.1.3.2 항타시 set up효과를 무시하여 발생한 문제	493
7.1.3.3 말뚝지지력의 relaxation 발생 인지 및 확인	497
7.1.3.4 군말뚝 시공으로 인한 말뚝의 솟아오름 발생	501

7.1.3.5 해머쿠션의 미확인 오류	507
7.1.3.6 부주면마찰력에 의한 지지력의 미달	511
7.1.4 바람직한 타입말뚝의 시공	516
7.2 매입말뚝	518
7.2.1 매입말뚝의 시공 문제 개요	518
7.2.2 매입말뚝 시공시 주요 문제점과 대책	519
7.2.2.1 경타	520
7.2.2.2 시멘트풀	523
7.2.2.3 보조말뚝의 사용	527
7.2.2.4 기타 문제	530
7.2.3 매입말뚝의 문제와 대책 사례	533
7.2.3.1 봉적층에 설치된 매입말뚝의 지지력 부족	533
7.2.3.2 SIP공법으로 시공된 강관 말뚝의 선단지지력 부족	538
7.2.3.3 보조말뚝을 이용한 매입말뚝 시공	544
7.2.3.4 말뚝 본체의 인장균열 및 말뚝 선단의 파괴	549
7.2.3.5 굴착공의 힘에 의한 말뚝의 파손	553
7.2.3.6 시향타 미실시로 인한 말뚝의 지지력 미달	555
7.2.4 바람직한 매입말뚝공법의 시공	561
7.3 현장타설말뚝	563
7.3.1 현장타설말뚝의 시공 문제 개요	563
7.3.2 현장타설말뚝 시공시 주요 문제점과 대책	565
7.3.2.1 문제의 종류 및 요인	565
7.3.2.2 문제의 방지대책	565
7.3.3 현장타설말뚝의 문제와 대책 사례	570
7.3.3.1 선단부 보일링에 의한 지지력 미달	570
7.3.3.2 콘크리트 본체의 부실	576
7.3.3.3 전석에 의한 굴착불능	582
7.3.3.4 말뚝시공에 의한 주변지반의 이동	584
7.3.3.5 슬라임에 의한 지지력 미달	587
7.3.3.6 대구경 현장타설말뚝의 축소모형시험 적용	589
7.3.4 바람직한 현장타설말뚝의 시공	597

8 장 말뚝기초 기술의 확장 601

8.1 말뚝지지 전면기초	601
8.1.1 개요	601
8.1.2 해석방법	610
8.1.3 설계	617
8.1.3.1 말뚝지지 전면기초의 유형	617
8.1.3.2 기초의 선정 절차	617
8.1.3.3 말뚝지지 전면기초의 설계절차	620
8.1.3.4 예비설계	623
8.1.3.5 설계 예	630
8.1.4 적용사례(독일)	634
8.2 기초의 LRFD 설계법	638
8.2.1 개요	638
8.2.2 허용응력설계법과 LRFD 설계법	638
8.2.3 LRFD 설계법의 개념	642
8.2.4 기초구조물의 저항계수	645
8.2.4.1 저항계수의 보정	645
8.2.4.2 목표 신뢰도지수	646
8.2.4.3 하중통계 및 하중계수	648
8.2.4.4 기초구조물의 저항계수	650
8.2.5 적용사례	653
8.2.5.1 설계조건	653
8.2.5.2 설계하중 산정	655
8.2.5.3 말뚝기초 설계	656
8.3 마이크로파일	658
8.3.1 개요	658
8.3.1.1 마이크로파일의 정의	658
8.3.1.2 마이크로파일의 유래와 연혁	659
8.3.2 마이크로파일의 분류	662
8.3.2.1 말뚝 거동에 의한 분류	662
8.3.2.2 그라우팅 방법에 의한 구분	665
8.3.3 마이크로파일의 적용성	668

8.3.4 마이크로파일의 설계	670
8.3.4.1 개요	670
8.3.4.2 예비검토	673
8.3.4.3 마이크로파일의 재료 하중	674
8.3.4.4 마이크로파일의 지지력	677
8.3.4.5 설계시 고려사항	680
8.3.5 마이크로파일 설계 사례	687
8.3.5.1 검토조건	687
8.3.5.2 설계검토	688
8.3.5.3 마이크로파일 허용압축하중 및 허용지지력 검토결과 요약	690

[참고문헌]	691
-----------------------	-----

[부 록]	709
----------------------	-----

- 강관말뚝의 기계적 성질(KS D 3566)
- 강관말뚝의 화학성분(KS D 3566)
- 강관말뚝의 치수, 중량 및 단면성능표
- PHC 말뚝의 표준성능표－일반구경
- PHC 말뚝의 표준성능표－대구경
- PHC 말뚝의 허용휨모멘트－축력 상관도
- PHC 말뚝의 허용전단력－축력 상관도
- 단위 환산표

[찾아보기]	737
-----------------------	-----