

現場타설 콘크리트 말뚝공사의 生産性 저하요인 分析

An Analysis on the Productivity Depreciating Factor of Cast-In-Place Piles Work

이 명 도* 이 현 석** 서 장 우*** 강 경 인****
Lee, Myung-Do Lee, Hyun-Seok Seo, Jang-Woo Kang, Kyung-In

Abstract

Productivity is an important factor of the construction's success and growth. However, compared to the other industries, the study of productivity in the construction industry is still insufficient. Even though the Cast-in-Place piles work is also important in construction process, the research on the productivity is not enough. So, it is necessary for the systematic research on the productivity of Cast-In-Place Piles Work. Therefore, the purpose of the study is to classify lower productivity's cause and find a way to improve these situations. This study will give the checklist for the further study of factoring and improvement of the Cast-in-Place piles work productivity.

키 워 드 : 중요도, 현장타설 콘크리트 말뚝, 생산성
Keywords : importance, Cast-In-Place pile, productivity

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설업은 타 산업에 비해 인력의존성이 크고, 작업의 연속성이 떨어질 뿐만 아니라, 옥외이동생산으로 기상조건 및 지역적인 환경에 따라 작업능률이 크게 좌우된다. 이에 따라 생산성에 대한 연구와 함께 수익성 재고를 위한 노력이 이어지고 있다. 특히 구조물의 건설이 보다 열악한 지역에 집중되고, 구조물은 대규모, 중량화 되는 경향이 있어 기초공사의 중요성은 더욱 강조되고 있다. 하지만 기초공사의 최적화에 대한 노력이 시도되고 있음에도 불구하고 이를 뒷받침할 시공 품질의 커다란 변화가 없다.

환경에 대한 관심이 커짐에 따라 말뚝기초의 시공법선정기준에서 이에 대한 고려가 무엇보다 중요해졌고, 이에 비례하여 현장 타설 콘크리트의 사용이 증가하고 있다. 뿐만 아니라 장비의 발전에 힘입어 장대구경의 현장타설 말뚝의 시공이 용이해짐에 따라 공사비의 경쟁력이 있고 사용도 증가되어 왔다.

기존의 대표적인 연구를 살펴 보면 생산성 요인분석(손창백 외, 2002; 표영민 외, 2005; 박우열 외, 2004; 김예상, 1994), 모델링&시뮬레이션(오세욱 외, 2006; 손정욱 외, 2003), 동작분석(주진규, 2003) 등이 이루어 졌다. 이 과정

에서 여러 공정에 관한 부분적인 연구는 이루어진 반면 기초공사에 관한 연구는 부족한 실정이다. 또한 기초공사 중 현장타설 콘크리트 말뚝에 관한 연구는 주로 생산성 개선을 위해 기술적인 방안을 제시하는 반면, 시공상 문제점과 이에 대한 요인의 연구는 체계적으로 이루어 지지 않고 있다.

이는 요인의 분류체계 확립과정에서 시공상 문제점에 대한 분석과 생산성 저하 방지를 위한 요인들의 상대적 우선순위가 고려되지 못하고 있기 때문이다. 시공상 문제점 별로 생산성 저하요인을 파악하고 그 중에서 중요도가 높은 것부터 그 방지책 및 개선방안을 집중 연구하면 효율적으로 생산성을 개선시킬 수 있을 것이다.

본 연구의 목적은 현장타설 콘크리트 말뚝공사의 생산성 저하의 근본적인 문제점 지적을 통해서 생산성 제고에 필요한 기초적인 요인들을 분석하고자 한다. 또한 연구된 문제점별 요인간의 상대적 중요도 파악을 통해서 생산성 결정에 영향을 미치는 우선순위를 파악하고 그에 따른 대책을 제시하고자 한다. 이는 향후 현장타설 콘크리트 말뚝 생산성 연구문헌에 적용될 수 있는 기초자료가 될 것으로 사료 된다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국내에서 건설되어진 현장타설 콘크리트 말뚝 현장을 대상으로 하였다. 이와 함께 실무 작업자들과의 원활한 면담 및 설문을 해야 하기에 기초공사를 직접 실시하는 하도급업체를 대상으로 하였다

현장 타설 콘크리트 말뚝을 주 연구 대상으로 하되 본격적인

* 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정
** 고려대학교 건축사회환경공학과 학사
*** 고려대학교 건축사회환경공학과 박사수로
**** 고려대학교 건축사회환경공학과 교수, 공학박사

생산성 결정은 배제하고, 결정에 이르기 전 단계인 저하요인의 분류체계 확립과 대책제시로 연구의 범위를 한정한다.

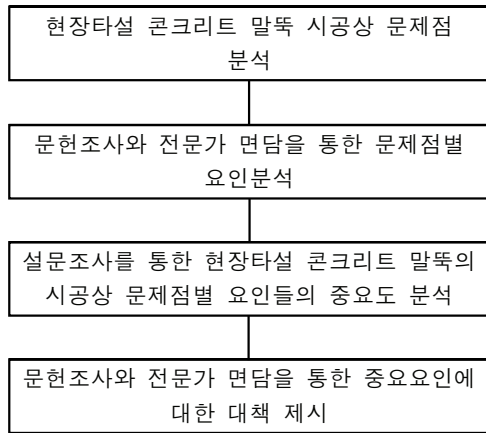


그림 1. 연구의 방법

2. 이론고찰

2.1 기존연구 고찰

표 1에서 보는 바와 같이 현재까지 건축공사의 생산성과 관련된 많은 연구들이 수행되어 왔다. 하지만 기존 연구는 다소한계점을 가지고 있다.

표 1. 선행 연구에 대한 이론적 고찰

연구자	내 용
손창백 (2002)	생산성 결정요인을 3단계에 거쳐 분리한 후 현장관리자들의 설문을 통해서 저하요인 우선순위 분류
손정욱 (2003)	현장관리를 수치화, 정량화함으로써 관리의 정도를 측정한 후 모델링 및 시뮬레이션을 통해서 생산성 측정을 계량화 하고 최적의 생산성 모델을 제시
조천환 (2007)	국내 말뚝기초의 현황을 바탕으로 말뚝기초의 전망 및 과제 대하여 고찰. 말뚝기초의 분류에 따라 기술적 장단점 및 문제점을 제시.
이덕찬 (2005)	공동주택 건축공사의 개선요인의 분류체계를 제안하고, 이를 적용해서 생산성 향상을 위한 실천방안을 제시
오세욱 (2006)	데이터 웨어하우스, OLAP, 데이터 마이닝 기술 등의 개발을 통해서 이를 생산성 향상 요인 및 데이터에 적용할 수 있는 방법론을 제시

그 한계점을 크게 3가지로 분류하면 다음과 같다.

- 1) 기초공사에 대한 특성화된 생산성 분석이 이루어 지지 않아 여러 공정에 관련된 요인들이 중복 제시되고 있다.
- 2) 요인의 분석 및 개선방향 제시에 의한 생산성 제고 노

력 보다는 단순한 동작분석을 통한 노동생산성 측정에 집중하고 있다.

- 3) 사용되는 요인의 개념이 불분명하고 추상적이어서 관리 대상 설문 작업 시에 피 설문자의 이해도를 떨어뜨리고 있다.

하지만 이러한 기존의 연구에서 밝혀진 요인 분류표들은 본 연구의 요인분류표 및 설문지 작성의 기본이 되었다. 따라서 앞에서 제시된 기존 연구문헌들의 요인분류표를 분석하여 본 연구의 목적에 맞게 수정된 요인분류표를 작성하였다.

3. 생산성 저하요인 분류체계

3.1 생산성 저하요인 분류체계 확립

성공적인 본 설문지의 항목구성을 위해서 문헌조사를 통해 자료를 분석하고 전문과의 면담을 통해 수정하였다.

현장타설 콘크리트 말뚝의 시공 상 문제점들에 대한 기존에 제시된 생산성 측정 요인을 바탕으로 현장에서 적용 가능한 용어의 산출과 추가 및 삭제 가능한 요인의 분석을 실시하였다.

표 2 에서 보는 바와 같이 그간 현장타설 콘크리트 말뚝 시공에서의 문제점과 요인들은 많이 제시되었지만 항목의 중복, 불필요한 항목의 존재, 미처 제시되지 못한 요인들이 존재한다. 이들의 분석을 통해서 수정된 분류표를 제시하였다.

표 2. 수정된 요인 분류표

공 종 분 류	문 제 점 (요 인)		
	수정전	수정후	
공작구멍의 이상	공벽 붕괴	1. 공법선정의 부적격	1. 이수농도부족
		2. 기계고장, 정비불량	2. 공내액의 유출에 의한 수위저하
		3. 연약지반	3. 수두압의 유지불량
		4. 조사결과와 지반의 차이	4. 케이싱 길이의 부족
		5. 조사부족	5. 조사결과와 지반의 차이
		6. 근접시공	6. 구조물 근접시공
		7. 과잉복류수 존재	
		8. 공내액의 유출	
		9. 공내액의 부적절	
		10. 수두압의 부족	
		11. 케이싱 길이의 부적격	
		12. 굴착조작의 부적절	
		13. 시공관리불량	
굴착불능·능력저하	14. 설계상의 문제점	7. 공법선정의 부적화	
	15. 공법선정의 부적격	8. 기계 능력의 부족	
	16. 기계고장, 정비불량	9. 지중장애물의 존재	
	17. 지중장애물	10. 지지층의 경사	
	18. 조사결과와 지반의 차이	11. 연약지반	
	19. 조사부족	12. 피압수의 발생	

공 분 류	문 제 점 (요 인)	
	수정전	수정후
	20. 경사지반 21. 근접시공 22. 과잉복류수 존재 23. 보일링 발생 24. 공내액의 유출 25. 소음 및 진동	
	경사 편심	26. 기계고장, 정비불량 27. 조사결과와 지반의 차이 28. 근접시공 30. 시공관리불량
불량 콘크 리트 의 타설	말뚝 체형 상 · 콘크 리트 불량	31. 설계상 문제점 32. 기계고장, 정비불량 33. 연약지반 34. 근접시공 35. 과잉복류수 존재 36. 보일링 발생 37. 공내액의 부적절 38. 케이싱 길이의 부적격 39. 철근의 순간격부족 40. 슬럼프 부적절 41. 콘크리트 도착지연 42. 시공관리불량 43. 슬라임
	단면 의 결 손 의 타 설	23. 복류에 의해 시멘트 유출하여 골재만 남음 24. 연약지반 25. 공벽이 깎임
철근 의공 상 조 립	철근 의 공 상	44. 설계상의 문제점 45. 보일링의 발생 46. 공내액의 부적절 47. 철근 케이지 좌굴 48. 철근의 순간격 부족 49. 슬럼프 부적절 50. 시공관리 불량 51. 슬라임
기구 의 매 몰	기구 의 매 몰	26. 케이싱튜브의 불량 27. 철근과 케이싱 사이에 자갈이 존재 28. 공저슬라임이 들어옴 29. 스페이서 형상과 처리 장치의 불비 30. 이어붓기에 시간이 걸려 콘크리트 경화
지 지 력 부 족 · 지 반 의 이 완	지 지 력 부 족 · 지 반 의 이 완	52. 기계고장, 정비불량 53. 지중 장애물 54. 조사결과와 지반의 차이 55. 굴착조작의 부적절 56. 철근케이지좌굴 57. 시공 관리 불량
	철근 케이 지의 변 형	31. 기계의 불량 32. 과대한 굴삭깊이 설정 33. 공벽의 붕괴 34. 지반마찰력의 과다
	58. 설계상의 문제점 59. 조사결과와 지반의 차이 60. 보일링 발생 61. 공내액의 부적절 62. 케이싱 길이의 부적격 63. 과도한 2차공저처리 64. 시공관리 불량 65. 슬라임	35. 중사를 세사로 오인 36. 모래층의 이완 37. 지지층의 요철로 말뚝 이 지지층에 닿지 않음 38. 선단에 슬라임 퇴적 39. 조사결과와 지반의 차이
		40. 용접에 의한 단면결손 41. 콘크리트 유동압에 의한 하부근 좌굴 42. 지반이 케이지의 중량 을 지지할 수 없어 침하

4. 생산성 저하요인 우선순위 도출

4.1 조사방법

연구절차의 진행에 따라 확립된 현장타설 콘크리트 말뚝 생산성 저하요인의 문제점별 분류체계를 이용하여 수도권 지역의 2개 건설회사 및 실제 기초공사를 실시하는 하도급업체의 실무자등 총 31명을 대상으로 면담 및 설문조사를 실시했다. 주요 조사내용은 표 3에 제시된 현장타설 콘크리트 말뚝의 생산성 저하요인 및 그 외의 추가요인이 생산성 저하에 미치는 우선순위이다. 그리고 조사대상자 31명의 직급 및 경력 분포는 각각 표 3 및 표 4와 같다.

표 3. 조사대상자의 직급 분포

직급구분	응답자 수	비 율(%)
부장급 이상	1	3.2%
과 장	5	16.1%
대 리	9	29.1%
일반사원	16	51.6%
계	31	100%

표 4. 조사대상자의 경력 분포

직급구분	응답자 수	비 율
1-5년	15	43.4%
6-10년	10	32.3%
11-20년	5	16.1%
20년 이상	1	3.2%
계	31	100%

4.2 조사 분석 및 결과

4.2.1 분석방법

설문결과의 효율적인 분석을 위하여 다양한 의사결정 기법 중에서 손창백(2002)이 제시하였던 상대지수라는 개념을 도입하였다. 현장 타설 콘크리트 말뚝 시공시 발생하는 문제점 별로 분류하고 각 문제점 별로 확정된 요인들의 우선순위를 평가하도록 했다. 그리고 이 결과를 바탕으로 상대적 중요도를 정량화하는 과정을 거쳤다. 즉 작게는 1위에서 3위까지, 크게는 1위에서 6위까지의 순위가 매겨진 각 항목별 세부요인들을 비교평가하기 위해서 순위 값을 다음과 같이 상대지수 공식을 적용하였다.

$$RI = (NQ \times NR) / SP$$

RI : 상대지수

NQ : 세부항목 수

NR : 응답자 수

SP : 항목순위 합계

설문대상이 50명이라는 가정에서 세부요인이 6개인 공벽붕괴를 예로 들면, 세부 항목 수는 6개, 응답자 50명이므로, 상대지수 산출식의 분자는 300으로 일정하므로, 각 세부 요인 별 상대지수는 분모 값에 의해 결정된다. 즉, A라는 항목에 대해 모두 1위로 응답한 경우, 상대지수는 분모 값은 $1 \times 50 = 50$ 으로서 $300/50 = 6$ 이 되며, 세부요인 B에 대해 모두 6위로 응답한 경우는 분모 값이 $6 \times 50 = 300$ 로서 $300/300 = 1$ 이 된다.

따라서 각 세부요인들의 상대지수는 1~6의 값을 가지며, 6(세부요인의 수)에 가까울수록 즉, 클수록 생산성 저하에 큰 영향을 미친다는 것을 의미한다. 또한 각 항목 내에서 평균지수 이상의 수치를 보인 항목에 대해서는 그 중요성과 심각성을 바탕으로 대책을 제시해 보았다.

4.2.2 항목별 우선순위

1) 공벽붕괴

세부요인 6개 중에서 '구조물의 근접시공'이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났고, 다음으로 '조사 결과와 지반의 차이'로 나타났다. 평균값인 2.05이상의 상대지수를 보이는 2가지 요인이 나머지 요인들에 비하여 상대적으로 우선시 되는 요인이라 분석할 수 있다.

표 5. 공벽붕괴 세부요인의 우선순위

세부요인	순위합계	상대지수	우선순위
이수농도부족	175	1.06	6
공내액의 유출에 의한 수위저하	138	1.35	4
수두압의 유지불량	112	1.66	3
케이싱 길이의 부족	169	1.10	5
조사결과와 지반의 차이	66	2.82	2
구조물 근접시공	43	4.33	1
평 균	-	2.05	-

2) 굴착불능·능률저하

세부요인 6개 중에서 단연 '기계능력의 부족'이 큰 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 상대적으로 나머지 5개의 요인은 응답자의 분포도 불규칙 적이었고 상대지수 또한 평균값을 넘지 못하였다.

표 6. 굴착불능·능률저하 세부요인의 우선순위

세부요인	순위합계	상대지수	우선순위
공법선정의 부적화	83	2.24	2
기계 능력의 부족	27	6.89	1
지중장애물의 존재	124	1.50	4
지지층의 경사	86	2.16	3
연약지반	190	0.98	6
피압수의 발생	141	1.32	5
평 균	-	2.52	-

3) 경사편심

세부요인 4개 중에서 '기계적인 요인(굴삭기 특유의 기능, 기기, 정비 불량, 기계설치)'가 가장 크게 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 다음으로 '시공관리불량' 또한 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 평균상대지수인 2.01을 상회하는 2개의 요인들을 다른 요인에 비해 상대적으로 우선시 되는 요인으로 분류하고 대책제시의 대상으로 삼는다.

표 7. 경사편심 세부요인의 우선순위

세부요인	순위합계	상대지수	우선순위
기계적요인	34	3.65	1
지반의 강도부족	96	1.29	3
시공관리불량	57	2.17	2
지중장애물의 존재	133	0.93	4
평 균	-	2.01	-

4) 말뚝체 형상·콘크리트 불량

세부요인 6개 중에는 '슬라임 처리가 부족'이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났고, 다음으로 '주근 간격이 좁음'으로 나타났다. 평균값인 2.01을 상회하는 두 개의 요인들을 대상으로 대책을 제시한다.

5) 단면의 결손

세부요인 3개중에는 '복류에 의한 시멘트 유출'이 가장 우선시 되는 요인으로 나타났고, 그다음으로 '연약지반'이 단면의 결손에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 평균값인 1.94를 넘는 두 개의 요인들을 우선시되는 요인으로 분류한다.

표 8. 말뚝체 형상·콘크리트 불량 세부요인의 우선순위

세부요인	순위합계	상대지수	우선순위
슬라임처리가 부족	43	4.33	1
주근 간격이 좁음	85	2.19	2
공내액의 부적절	165	1.13	6
Conc 유동성 부족	144	1.29	5
연약지반	112	1.66	4
기계의 결함	102	1.82	3
평 균	-	2.10	-

표 9. 단면의 결손 세부요인의 우선순위

세부요인	순위합계	상대지수	우선순위
복류에 의해 시멘트 유출	31	3.00	1
연약지반	48	1.94	2
공벽이 깎임	107	0.87	3
평 균	-	1.94	-

6) 철근공상

세부요인 6개중에서 '철근케이지의 편심, 휨, 좌굴'이 철근

공상에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 미세한 차이로 ‘철근과 케이싱 사이의 자갈’, ‘이어붓기 시 콘크리트 경화’가 영향을 미치는 것으로 나타났다. 평균값인 2.47을 상회하는 3가지 요인을 대상으로 대책을 마련한다.

표 10. 철근 공상 세부요인의 우선순위

세부요인	순위합계	상대지수	우선순위
케이싱튜브의 불량	229	0.81	6
철근케이싱의 편심, 휨, 좌굴	44	4.23	1
철근과 케이싱사이 자갈	46	4.04	2
슬라임이 들어옴	105	1.77	4
스페이서 형상과 처리장치불비	161	1.16	5
이어붓기시 콘크리트 경화	66	2.82	3
평 균	-	2.47	-

7) 기구의 매물

세부요인 4가지 중 기구의 매설에 ‘기계의 불량’, ‘지반마찰력의 과다’가 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 상대지수의 평균값인 2.01을 초과하는 두 개의 요인이 다른 요인들에 비해 상대적으로 중요하다고 하겠다.

표 11. 기구의 매물 세부요인의 우선순위

세부요인	순위합계	상대지수	우선순위
기계의 불량	35	3.54	1
과대한 굴삭깊이 설정	122	1.02	4
공벽의 붕괴	96	1.29	3
지반마찰력의 과다	57	2.18	2
평 균	-	2.01	-

8) 지지력 부족 · 지반의 이완

세부요인 5개중에서 지지력부족지반의 이완에 ‘지지층의 요철’이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그 다음으로 ‘모래층의 이완’, ‘선단에 슬라임 퇴적’이 중요한 영향을 미쳤다. 상대지수의 평균값인 2.05를 상회하는 이 세가지 요인이 중요한 요소라고 하겠다.

표 12. 지지력부족 · 지반의 이완 세부요인의 우선순위

세부요인	순위합계	상대지수	우선순위
중사를 세사로 오인	156	0.99	5
모래층의 이완	71	2.18	2
지지층의 요철	42	3.69	1
선단에 슬라임 퇴적	73	2.12	3
조사결과와 지반의 차이	123	1.26	4
평 균	-	2.05	-

9) 철근케이싱의 변형

세부요인 3개중에서 ‘용접에 의한 단면 결손’이 철근케이싱

의 변형에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

표 13. 철근케이싱의 변형 세부요인의 우선순위

세부요인	순위합계	상대지수	우선순위
하부근 좌굴	36	2.58	1
용접에 의한 단면결손	66	1.41	2
지반의 침하	84	1.11	3
평 균	-	1.70	-

4.2.3 추가요인

현장타설 콘크리트 말뚝의 생산성 저하요인 문제점별 분류에 대하여 각각 6개, 6개, 4개, 6개, 3개, 6개, 4개, 5개, 3개의 세부요인을 제시했다. 그리고 피 설문자로 하여금 설문지의 내용 이외의 요인이 있다면 추가하게 한 다음, 각 세부요인이 현장 타설 콘크리트 말뚝의 생산성에 영향을 미치는 우선순위를 매기도록 하였다. 본 연구에서 제시한 42개의 항목 외에 추가로 제시한 요인을 보면, 공벽붕괴에서는 근접시공, 수두압의 부족, 굴착불능·능률저하에서는 지중장애물과 보일링의 발생, 경사편심에서는 시공관리불량, 말뚝체 형상콘크리트 불량에서는 슬럼프의 부적절함과 케이싱 길이의 부적절함이 나타났다. 철근공상에서는 보일링의 발생, 지지력 부족지반의 이완에서는 과도한 2차 공저처리와 공내액의 부적절함이 있었다. 각 문제점에서 공통적으로 기계고장, 정비 불량과 시공관리 불량, 설계상의 문제점 등이 존재하는 것으로 밝혀졌다.

4.3 영향도에 따른 대책

현장타설 콘크리트 말뚝 생산성 주요요인에 대한 실무적 대책을 파악하기 위하여, 설문조사와 병행하여 면담을 실시하였다. 그리고 연구의 보완을 위해 문헌고찰을 통하여 대책을 제시하였다. 대책 제시의 대상은 평균 상대지수를 초과한 일부 항목으로 한정했다. 예를 들어, 공벽붕괴와 같은 경우는 총 6개 항목 가운데서 평균 상대지수 2.05를 넘어서는 2개 항목을 상대적으로 중요한 요인으로 판단하고 대책을 제시하였다. 같은 분석 과정을 거쳐서 굴착불능·능률저하는 1개 항목, 경사편심은 2개 항목, 말뚝체 형상콘크리트 불량은 2개 항목, 단면의 결손은 2개 항목, 철근 공상은 3개 항목, 기구의 매물은 2개 항목, 지지력 부족지반의 이완은 3개 항목, 철근 케이싱의 변형 1개 항목을 대상으로 대책을 제시하였고 결과는 아래의 표와 같다.

표 14. 현장타설콘크리트 말뚝 생산성 저하요인에 대한 대책

공종분류	저하요인(우선순위)	대 책
공벽 붕괴	조사결과와 지반의 차이	-적절하고 다양한 지반 조사를 통해 보다 정확한 결과 유도

공종분류	저하요인(우선순위)	대 책
굴착불능 · 능률저하	구조물 근접시공	-적절한 가시설공법과 주입공법을 적용
	기계능력의 부족	-리버스에서 올케이싱 어스드릴로 변경 -선단까지 케이싱을 가설
경사 편심	기계적 요인	-스테빌라이저 지름을 크게한다 -마모가 심한 부품을 신품으로 교환
	시공관리 불량	-굴착 및 양생시 주의 깊은 관리
말뚝체 형상 · 콘크리트 불량	슬라임 처리부족	-바이브레이터가 부착된 트레미관을 사용
	주근간격 좁음	-철근의 직경과 보강근 등의 배치를 통해 주근간격 조절
단면의 결손	복류에 의한 시멘트 유출	-공저 보강 및 이수의 활용을 통한 복류 방지
	연약지반	-치환공법이나 파일공법을 통한 지반의 개선
철근의 공상	철근케이지의 편심, 휨, 좌굴	-휨 등을 없게 하고 바닥부에 격자형 철근 배치
	철근과 케이싱 사이의 자갈	-콘크리트 타설시 다짐 및 철근간격을 통해 재료분리 방지
	이어붓기시 콘크리트 경화	-콘크리트가 분리되지 않도록 시공
기구의 매물	기계불량	-꾸준한 관리와 부품교체를 통한 기계의 사용성 유지
	지반마찰력 과다	-이수의 사용을 통한 지반 마찰력의 감소
지지력 부족 · 지반의 이완	모래층의 이완	-주수개시시간을 충분히 검토 -사질지반에 대한 보강법 마련
	지지층의 요철	-지형도나 항공사진에 의해 지지층의 요철을 파악하고 적절한 공법 시도
	선단에 슬라임 퇴적	-굴착토가 심저에서 제거될 때까지 배토 -트레미관을 이용한 air lift 혹은 suction pump에 의한 제거
철근 케이지의 변형	하부근 좌굴	-하부근의 보강

5. 결 론

본 연구에서는 현장 타설 콘크리트 말뚝의 생산성 저하에 영향을 미치는 중요요인들을 도출해 내기 위해서 국내 건설현장을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 또한 이 과정에서 시공 시 나타나는 문제점을 분류, 분석하고, 그에 따른 해결책을 제시하고자 하였다.

- 1) 공벽붕괴의 경우 조사결과와 지반의 차이, 구조물의 근접시공의 순으로 우선순위가 확인 되었다. 적절한 지반 조사를 통한 정확한 결과를 유도 하고 가시설 공법과 주입공법을 통해 근접시공을 가능케 하는 노력이 필요하겠다.
- 2) 굴착불능·능률저하의 경우는 기계능력의 부족이 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 확인 되었다. 리버스에서 올케이싱 어스드릴로 변경하거나, 선단까지 케이싱을

가설함으로써 극복한다.

- 3) 경사편심은 굴삭기 특유의 기능, 기기, 정비불량, 기계설치등의 기계적 요인과, 시공관리 불량인 중요한 문제점으로 지적되었다. 스테빌라이저 지름을 크게하고, 마모가 심한 부품을 신품으로 교환함으로써 기계적 요인을 극복하고 굴착 및 양생시 철저한 관리를 해야 한다.
- 4) 말뚝체 형상콘크리트 불량은 슬라임 처리부족과, 주근간격이 좁음순으로 우선순위가 확인되었다. 바이브레이터가 부착된 트레미관을 사용하여 슬라임을 처리하고, 철근의 직경과 보강근등의 배치를 통해 주근간격을 넓힌다.
- 5) 단면의 결손은 복류에 의한 시멘트 유출과 연약지반이 문제점으로 밝혀졌다. 공저 보강 및 이수의 활용을 통해 복류에 의한 시멘트 유출을 최대한 막고, 치환공법이나 파일공법을 통해 연약지반을 개선한다.
- 6) 철근의 공상은 철근케이지의 편심, 휨, 좌굴과 철근과 케이싱 사이의 자갈, 이어붓기시 콘크리트의 경화가 중요문제점으로 확인되었다. 철근의 휨 등을 없게 하고 바닥부에 격자형 철근을 배치하여 철근케이지의 편심, 휨, 좌굴을 막고, 콘크리트 타설시 다짐 및 철근간격을 통해 재료분리를 방지하고 콘크리트가 분리되지 않도록 시공한다.
- 7) 기구의 매물은 기계의 불량과 지반 마찰력 과다가 주요 요인이었다. 꾸준한 기계의 관리와 부품교체를 통해 기계불량을 극복하고, 이수의 사용을 통해 과도한 지반마찰력을 줄임으로써 해결할 수 있다.
- 8) 지지력 부족지반의 이완은 모래층의 이완과 지지층의 요철, 선단에 슬라임 퇴적이 중요한 요인으로 지적되었다. 주수개시시간을 충분히 검토하고 사질지반에 대한 보강법을 마련하여 모래층의 이완을 막고, 지형도나 항공사진에 의해 지반의 요철을 파악하고 적절한 공법을 시공하여 지지층의 요철에 대응한다. 그리고 선단에 슬라임 퇴적을 막기 위해 굴착토가 심저에서 제거될 때 까지 배토하고 트레미관을 이용하여 air-lift, suction pump에 의해 슬라임을 제거한다.
- 9) 철근케이지의 변형에는 하부근의 좌굴이 가장 큰 요인으로 나타났다. 이는 하부근을 보강함으로써 변형을 막는 노력이 필요하겠다.
건축공사 전체에서 가장 기본적이고 중요한 위치를 차지하고 있는 기초공사 중 현장타설 콘크리트 말뚝의 생산성 저하 요인을 각 문제점별 나누었다. 연구 과정을 거쳐서 제시되었듯이 각 문제점별 요인들이 존재하고 그 요인간의 우선순위가 결정되었다. 또한

요인의 결정에만 국한하지 않고 면담 및 문헌 연구를 통해서 각 중요 요인에 해당하는 해결책을 제시 할 수 있었다.

설문대상자의 숫자가 적고, 분포 또한 고르지 못했기에 본 연구에서 의도했던 성공적인 요인분류에 성공했다고 하기에는 미흡한 부분이 많은 것이 사실이다. 하지만 그동안 시도되지 않았던 기초공사 중 현장 타설 콘크리트 말뚝 자체만의 생산성 저하요인을 분류하고 그에 따른 합리적인 대책을 제시했다는 것으로 의미가 있다. 본 연구를 토대로 향후 좀 더 포괄적이고 합리적인 연구를 통한 생산성 제고라는 근본적인 목적이 달성되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김연기, 현장타설말뚝공법 소개 및 시공사례, 대림기술정보, pp.77-93, 2005.
2. 김예상, 건설생산성에 영향을 미치는 요인분석에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(구조계), 10(10), pp.267- 273, 1994.
3. 대한주택공사, 현장타설말뚝의 실용성 검토, 1989.
4. 박우열 외, 국내 철근공사 실태분석 및 개선방안에 관한 연구, 한국건축시공학회 논문집, 4(3), pp.121-120, 2004.
5. 손정옥 외, 건설공사 생산성 측정방법에 관한 연구, 대한 건축 학회 논문집 (구조계), 19(10), pp.101-108, 2003.
6. 손창백 외, 건축공사 생산성 저하요인 분석, 대한건축학회 논문집(구조계), 18(12), pp.125-132, 2002.
7. 손창백 외, 공동주택 건축공사의 생산성 향상요인 선정 및 적용성 분석, 대한건축학회 논문집(구조계), 21(4), pp.133-140, 2005.
8. 오세욱 외, 건설생산성 관리 시스템 구축을 위한 데이터 웨어하우스의 적용, 한국건설관리학회 논문집, 7(2), pp.127-137, 2006.
9. 조천환, 국내 말뚝기초의 10년후 전망과 과제, 삼성건설기술 pp.48-55, 2007.
10. 주진규, 철근공사 생산성 향상을 위한 작업모델 연구, 대한 건축 학회 논문집(구조계), 19(12), pp.189-96, 2003.
11. 탐구문화사, 말뚝설계와 시공, 1991.
12. 토목공법연구회, 말뚝기초의 조사·설계·시공, 1992.
13. 표영민 외, AHP기법을 이용한 건설노동생산성 저하요인 분석에 관한 연구. 한국건축시공학회 학술.기술논문발표회 논문집, 5(1), pp.141-147, 2005.