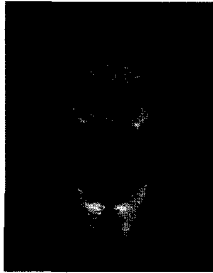
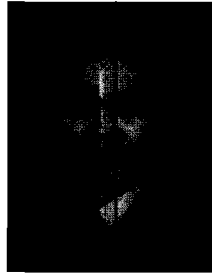


장기방치공사 재개시 공사계획 및 관리



조 상 영
(주)한진중공업
상무



정 용 식
현장소장(상무)

1. 머리말



장기방치공사 현장전경사진(1998.11)

1997년 11월 IMF 영향에 따른 ○○건설사의 부도로 인해 1년동안 ('97.11~'98.11) 공사가 중단된 채 방치되어 많은 문제점을 안고 공사를 재개하지 못하고 있는 현장이 전국에는 아직도 100여개 정도 산재해 있는 것으로 알고 있다.

이와 같은 현장의 공사재개를 위해서는 다음과 같은 문제점을 검토해야 한다.

첫째 기술적 문제점으로는 기초와 지하주차장 골조 공사가 일부 시공중 중단되어 철근이 1년동안 방치된 채 부식되어 있어 구조물 안전진단은 물론 부도에 따른 기시공 협력업체들의 채무정리(22개사)에 대한 문제가 해결되지 않아 공사의 재개에 많은 어려움이 있으

므로 충분한 사전검토가 필요하다.

둘째 외부적 문제점으로는 그동안 공사중단으로 인한 입주자들에 대한 신뢰확보 즉 조합 및 분양자들이 건설사의 부도로 인한 중도금 납입 거부상태는 물론 선납금, 연체이자등의 경제적 피해 손실로 발주처에 대한 집단소송 진행등에 따른 건설사 및 발주처에 대한 불신 해소를 어떻게 하느냐가 공사재개의 중요한 관건이었다.

2. 공사개요

표 1. 전체공사 개요

발 주 처	대한주택보증(주) -구)주택공제조합			
도급금액	₩ 27,295,000,000			
공사범위 및 기간	지하 주차장은 지하3층 중 지하2층~지하1층 아파트는 지하1층~20층 공사기간 : 22개월			
위 치	서울시 강북구 번동 139번지 외 44필지			
대지면적	12,621.00 m ² (3,817.84 평)			
공사규모	아 파 트	24평형	140세대	A.총연면적 18,942 평
		33평형	212세대	
		47평형	78세대	B.규모 20층 5개동
	계	430세대		
지하주차장	지하3층 : 주차 459대		5,456평	
부 속 동	상가, 관리노인정, 경비실			

3. 장기방치승계공사내용

승계공사 내용은 이미 승계 시점에서 공정율이 약 13% 정도의 공사가 진행된 상황으로 승계채시공을 위해서는 1년동안 방치로 인한 기존 형틀자재의 손상과 부식철근처리 등으로 인해 약 1개월정도 정리기간이 필요하며 또한 기시공 협력업체(약22개 업종)들의 채무정리가 먼저 선행되어야 공사를 재개할 수 있는 어려움이 있다.

표 2. 장기방치승계공사 현황

기시공분 (석탑건설)	지하	지하3층 골조완료
	주차장	지하2층 일부골조완료
공정율: 13%	아파트	1,2,3동-기초 및 지하층 옹벽 일부 골조완료 4,5동-기초완료
	지하	지하2층 잔여골조 및 마감공사
잔여시공분 (당사)	주차장	지하1층 전체 골조 및 마감공사
	아파트	1,2,3동 지하층 슬라브 및 지상층 골조(18-20층), 마감공사 4,5동-지하층 및 지상층 골조(18-20층) 및 마감

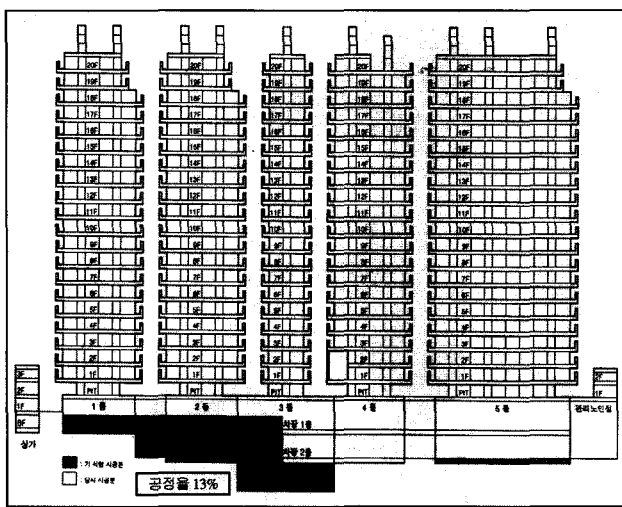


그림 1. 장기방치승계공사 현황도

4. 장기방치승계공사 수주시 입찰 및 계약

4.1 승계공사 입찰시 견적조건 검토사항

- 1) 승계공사 견적시 포함사항
 - (1) 직접공사비 일체 포함
 - (2) 각종분담금 및 부담금 포함
 - (3) 매입세 포함
 - (4) 당해 사업의 승계 및 시공자 관련된 임시전력 예치보증금, 감리 예치보증금, 하자보증금, 국공유지의 임시전용에 따른 인허가, 보증업무와 보증서 발급수수료 포함
 - (5) 국공유지 사용(점용)에 의한 사용료 및 예치보증금 포함
 - (6) 준공후 의무 관리기간에 대한 경비 포함
- 2) 승계공사 견적제외 사항
 - (1) 기존 하도급업체 채무정리비 제외
 - (2) 부지 추가매입비 제외
 - (3) 기존 대출이자 제외

- (4) 설계·감리비 제외
- (5) 불가연동제 및 설계변경 없음

3) 기 사업승인 조건 파악

- (1) 국·공유지 매입조건
- (2) 기부채납도로 관제

4.2 낙찰후 승계공사 계약시 시행사 및 시공사 조건 검토사항

1) 시행사 조건서

- (1) 부지, 공사, 입주 시행에 따른 일체 책임조건
- (2) 일반분양자, 조합과 승계시공사와 분양 재계약
 - ① 토지소유권, 준공후 건물 이전등기 비용
 - ② 선납금액, 공사지체보상금, 등의 요구비용
 - ③ 기 부도시공사 잔여 채무관계 수용 (이면 관계등)
 - ④ 기시공 관련 협력업체의 가압류 및 공사방해로 인한 공사 중단시 책임
 - ⑤ 분양자(조합원)의 공사관련 민원 간섭으로 공사지체 가능 등 문제

2) 시공사 조건서

- ① 공사 시공에 따른 책임조건
- ② 분양자(조합원)가 아닌 발주자(주택공제조합)와 공사계약
- ③ 기시공 하도자 채무비용의 정산 처리후 착공 조건
- ④ 기존 모델 하우스 마감재의 변경 조율 조건

4.3 승계공사 계약내용 (일부 발췌)

공사계약금액은 총액공사비 조건, 불가연동제에 의한 추가공사비 지급없음, 부가세 별도, 시공사준공검사 완료 및 입주조건, 설계도서 및 시방서 대로 시공, 마감재 변경은 시공사와 입주예정자 대표회의가 합의시 발주자의 승인하에 가능, 추가공사비(설계변경)는 관계법령이 제개정되어 신규공종 또는 시설(자재포함)의 시공이 불가피 할 때 소요되는 비용 및 감의 요구에 의하여 설계변경될 시, 기타 감과 을이 인정하는 불가피한 비용이 발생할 경우 인정, 착공개시일은 하도급 채무정리가 완료된 때를 착공개시일로 하며 공사비는 청구일로부터 20일 이내에 매월 현금을 지급하는 조건, 상가 및 미분양세대는 발주처에서 분양하는 조건이다.

4.4 기시공 하도자 채무정리

- 1) 기시공 하도자 채무정리 협상 및 타절업무는 시공사가 대행하고 채무타절비용은 발주처가 지급한다.

6.3 기시공 구조물 정밀안전진단

1) 시행목적 및 방향

1년동안 기시공 구조물이 유지관리가 되지 않은채 방치되어 철근이 녹슬고 슬래브 바닥등에 균열이 발생하여 기존구조물에 대한 현황조사를 실시하여 구조물의 안전성을 평가하고 신설구조물과의 이음부에 대한 구조적 검토를 수행하여 필요시 보수·보강대책을 수립하고 재해예방과 공사의 품질향상 및 부실공사를 방지하여 입주자 및 관련기관의 신뢰도를 확보하여 공사를 원활히 수행할 수 있도록 구조물 안전진단을 해야 한다.

2) 구조안전진단 공정표

표 4. 구조안전진단 공정표

구분	1998. 10										1998. 11					
	15	17	19	21	23	25	27	29	31	1	3	5	7	9	11	13
현황조사	■	■	■	■	■											
비파괴검사			■	■	■	■	■	■	■							
구조계산 검토	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
안전성평가							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
보수보강방안										■	■	■	■	■	■	■
진단보고서															■	■

3) 구조안전진단 주요내용

(1) 현황조사 (외관조사)

- ① 공사진행정도 파악 : 각동별, 부재별 정리(구조평면도 표기작성)
- ② 구조부재 현황확인
각부재의 크기(기초, 기둥, 벽체, 보, 슬래브 등) 실측 및 손상 유무, 노출철근, 녹 발생정도 확인
- ③ 균열상태 조사 : 각 부재별 균열 폭, 길이, 깊이 등 실측
- ④ 가설 흙막이벽 강재 부재조사 : 녹유무, 볼트조임정도, 부재 손상 유무
- ⑤ 기초지반 확인 : 지반의 상태 및 지내력 검토

(2) 비파괴 검사

- ① 콘크리트 강도검사
- 반발경도법, 초음파검사법
- 코어 채취 및 강도검사
- ② 중성화 시험
- ③ 철근 배근검사 : 슬래브, 보, 기둥, 벽체(110개소)
- ④ 초음파 균열 조사
- ⑤ 측량 : 기울기 레벨 측정

(3) 공사관련 도서검토

- ① 구조도면 및 구조계산서 검토
- ② 구조해석 및 부재력 검토

4) 안전진단 결론

표 5. 안전진단 결론

구분	결론
외관조사	콘크리트 팽창과 수축에서 오는 균열로 구조적으로는 문제없음
부재치수	현황조사 결과 기 시공된 치수는 설계도면과 대체적으로 일치
콘크리트 강도	설계 기준강도(240kg/cm ²)를 확보하고 있으며 품질도 양호
중성화 시험	중성화 현상은 일어나지 않았으며 매립철근은 부식되지 않았음
초음파 균열탐사	지하 2,3층 주차장에서 발생된 관통 균열은 에폭시 보수가 필요함
배근조사	철근탐사 결과 대체적으로 설계도면과 일치되게 시공됨
공사관련 도서검토	관련 시방서와 도면에서 요구하는 수준을 적절히 반영함
부식철근	녹 제거 후 사용가능

5) 안전진단 결과 처리방안

- (1) 부식철근은 녹제거 후 재사용
- (2) 지하주차장 슬래브 균열 부위는 에폭시로 보수



그림 3. 구조물 안전진단 현황

7. 현장 부식 철근의 처리방안

7.1 개요

첫째 기술적 사항으로는 당 현장과 같이 I.M.F에 따른 건설사 부도로 공사가 중단되어 철근이 방치된 채 부식되어 있던 현장들은 공사재개시 구조물에 대한 명확한 시공기준과 안전지침이 없어 발주처나 감독관청,

민원인등에 의한 기술적 논란으로 공사재개에 실제로 많은 어려움을 겪고 있는 것이 사실이다. 그러므로 현장내 자연 부식된 철근이 철근콘크리트 구조물 내에서 어떤 역학적 문제가 있는지를 실제 부재의 제작 실험을 통하여 고찰함으로써 공사 재개시 문제점을 검토하여 기준을 제시하고자 하는 것이며 둘째로는 상기와 같은 기술적 근거를 마련함으로써 입주자 민원 및 대관청 등의 외부적 문제에도 효과적으로 대처하기 위한 것이며, 또한 우리사회의 철근부식에 대한 일반인식이 철근이 조금만 녹슬어도 큰 문제가 되는 것으로 잘못 알고 있는 상식을 조금이나마 해소하고자 하는 것이다.

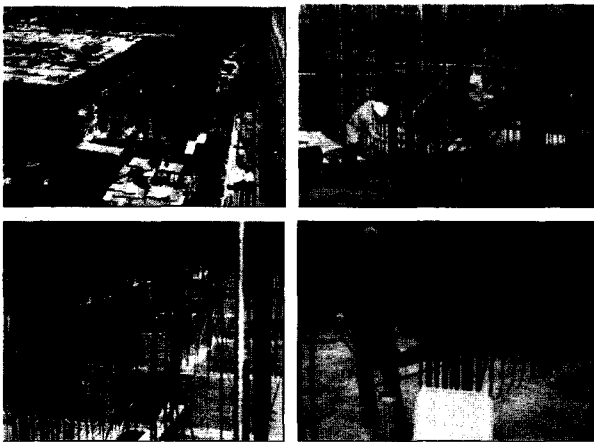


그림 4. 현장부식철근 현황

7.2 부식철근 허용기준(A.S.T.M.)

(1) 국제기준 - A.S.T.M.

철근이 부식되어 녹으로 떨어져 나간 중량(단면) 손실이 6%미만일 경우는 사용상에 문제가 없는 것으로 명시되어 있다.

(2) 국내기준

정확한 기준이 없음.

(※ 실제 현장에서 1년동안 자연부식된 철근일 경우라도 부식으로 인한 단면 중량손실이 약 3% 정도에 불과하다.)

(3) 부식철근 메카니즘

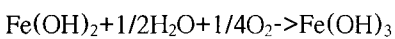
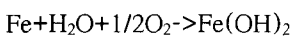


그림 5. 철근부식의 반응과정

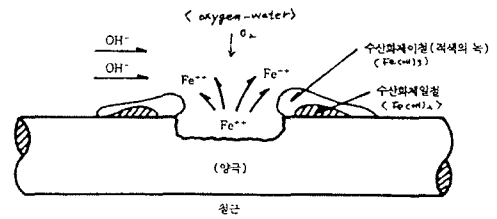


그림 6. 철근의 녹발생

7.3 연구방법 - 인천대학 권영웅 교수팀과 공동연구

현장에서 1년동안 자연부식된 철근(2.93% 중량비 손실 철근)과 소금물에 인공 부식시킨 철근 (3%, 6%, 12% 부식 중량비 손실 철근)을 실제보에 배근하여 부재 38개를 파괴 시험하여 콘크리트 부재의 구조적·역학적 특성을 비교하여 문제를 해결하고자 했음.

(1) 기준 실험체 부재제작

① 기준 실험체 제작

- 규격 125×150mm, 길이 1,000mm

- 사용철근 : 주근 - D10, D16 녹근 - D8

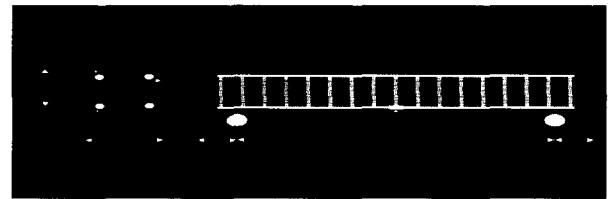


그림 7. 실험체 제작

② 실험변수

- 철근부식도에 따른 영향

- 콘크리트 강도에 따른 영향

표 6. 실험변수 현황

철근종류	철근부식도	콘크리트 강도
새철근	0%	150, 240, 430
현장자연 부식철근	2.98%	부식철근
		녹막이철근
인공부식철근	3%	부식철근
		녹막이철근
	6%	부식철근
		녹막이철근
12%	부식철근	
	녹막이철근	

③ 인공 철근 부식방법

- 철근을 소금물(NaCl)에 담고 전류를 흘려서 일정시간 동안 인공으로 철근을 부식시키는 방법

- 부식시간계산 (패러데이 법칙이용)

표 7. 철근부식 시간계산

철근 종류	철근 부식도	부식에 걸리는 시간	* 퍼라디D 법칙 $W = \frac{I \cdot M}{nF} \rightarrow t = \frac{W \cdot F}{I \cdot M}$	F: 페라이트상 I: 전류 W: 1시간 동안 부식되는 중량 손실(g) t: 전류시간 M: 원자중량 n: 전자수
D10	3%부식	3시간 50분	EX) D10 부식량 산정(D10=0.50g/M) 부식 철근 길이: 951MM 철근중량: 53g - 예상부식량 산정 3% = $\frac{53g}{100\%} \times 3\% = 1.59g$	
	6%부식	7시간 40분		
	12%부식	15시간 20분		
D16	3%부식	10시간 40분	- 부식 시간 계산(t) $t = \frac{1.59g \times 296500As/ml}{44 \times 5585g/ml} = 3시간 50분$	
	6%부식	21시간 20분		
	12%부식	42시간 20분		

④ 철근녹막이 처리

- 철근의 녹부분을 브러쉬로 떨어내고
- 녹막이 방청제인 Steel Seal(네덜란드 제품)을 바르고
- 도포 후 완전히 마르기 전에 물에 닿거나 비를 맞아서 안 된다.
- 녹의 방청원리는 Steel Seal을 바르면 녹부분에서 철성분은 남겨놓고 나머지 이물질(산소, 물, 먼지 등)은 화학적으로 분해시켜 방청하는 것이다.

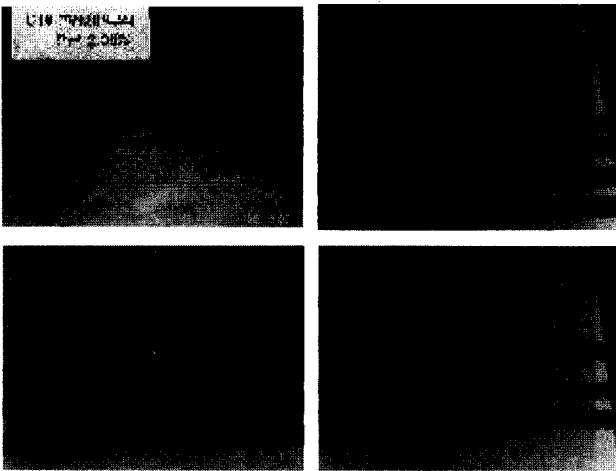


그림 8. 현장 자연부식 철근과 인공부식 철근형태 비교

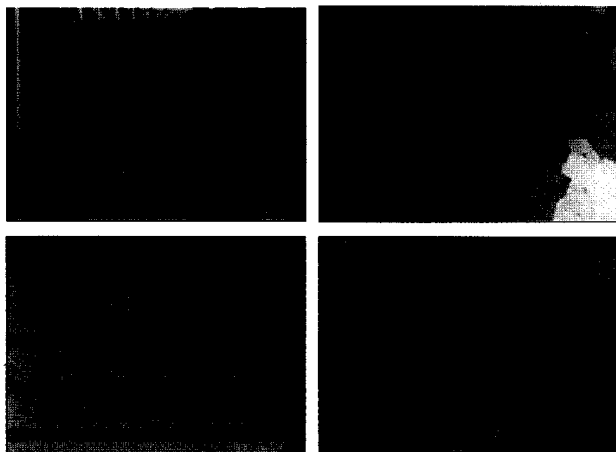


그림 9. 인공부식 철근 기계장치와 시험체 제작 현황

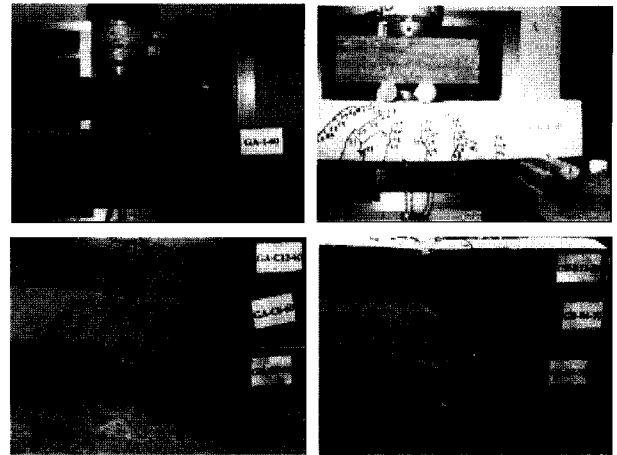


그림 10. 부식철근 부재 파괴시험 현황

(2) 부식된 철근을 사용한 부재파괴 시험 결과분석 및 비교표

① 시험결과분석

- 현장에서 1년 동안 자연부식된 철근(2.98%)을 사용한 콘크리트 부재와 새철근 부재(G.P.T)의 파괴 시험결과 별 차이가 없다. 그러므로 1년 정도 현장에서 자연부식한 철근인 경우라도 현장 사용시 구조적으로는 큰 문제가 없는 것으로 볼 수 있다.
- 그러나 1년 동안 자연부식된 철근(12.99%)이 3% 인공부식된 철근 부재보다는 최대하중에 대한 파괴가 감소함을 알 수 있다.
- 6% 인공부식철근 부재는 새철근(G.P.T) 부재보다 사인장 균열이 먼저 발생하지만 궁극적으로는 휨에 이르는 압축파괴 현상은 거의 같다.
- 12% 인공부식된 철근 부재는 콘크리트 강도에 따라 최대하중에 대한 파괴가 3%, 6% 시험부재에 비해 많은 차이가 나므로 위험하다고 볼 수 있으며, 최대 강도에 대한 손실은 새철근에 비해 17~20% 강도 손실로 나타났다. 그러나 이것은 부식으로 인한 단면 손실에 의한 것보다는 Rib 파괴에 의한 부착력 손실에서 온다고 볼 수 있으며, 12% 인공부식된 철근의 Rib 마모도는 50%정도 손상되는 것으로 나타났다.

② 부식된 철근을 사용한 부재파괴 시험결과 비교표

표 8. 부식된 철근을 사용한 부재파괴 시험결과 비교표

시험체구분	부식된 철근을 사용한 부재파괴시험	녹막이 철근을 사용한 부재파괴시험						SIP 명함: 300kg/cm	
		150kg/cm ²	300kg/cm ²	430kg/cm ²	150kg/cm ²	300kg/cm ²	430kg/cm ²	부식철근	녹막이철근
부식되지 않은 철근 (G.P.T)		9.11t	11.73t	12.28t	9.11t	11.73t	12.28t		
자연부식 철근	현장에서 1년 자연부식된 철근(2.99%)	8.7t	10.37t	11.64t	8.85t	10.67t	11.64t		
NiCd 용액에 인공부식 시킨 철근	3% 인공부식 철근	8.92t	11.04t	11.74t	9.01t	11.24t	11.85t	29mm/11t	2.6mm/11.5t
	6% 인공부식 철근	8.54t	9.83t	10.97t	8.62t	10.16t	11.19t	3mm/10t	2.9mm/10.25t
	12% 인공부식 철근	7.63t	9.43t	10.24t	7.99t	9.60t	10.42t	4.6mm/9.3t	4.1mm/9.5t

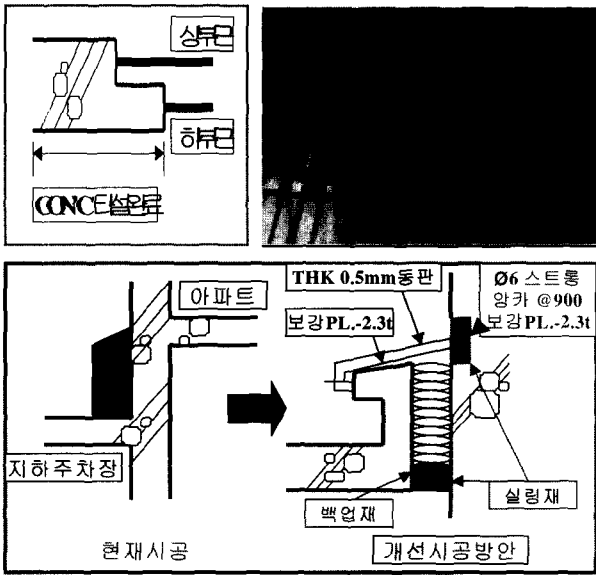


그림 17.

8.7 주변 연립주택 균열 방지를 위한 옹벽 보강

- (1) 도로공사시 외부토압에 의한 연립주택 지하옹벽 붕괴 위험에 따른 민원대비 옹벽(신설) 보강

8.8 기존 모델 하우스 마감재변경

- (1) 지하주차장 마감재 변경
 - ① 지하옹벽 방수후 보호 벽돌 쌓기 - 방수 하자방지
 - ② 주차장 2,3층 슬래브 천장 압면 뿔철 (15mm)
- (2) 아파트 세대내 마감재 변경
 - ① 변경마감재 : 바닥재 - 거실 / 도배지 - 거실, 방
 - ② 변경사유 : 모델 하우스 분양이 '95년으로 현재 분양아파트와 비교시 완전한 구모델로 입주자 홍보차원에서 새도배지로 변경
 - ③ 변경절차 : 조합장, 일반분양자 임원 합의서

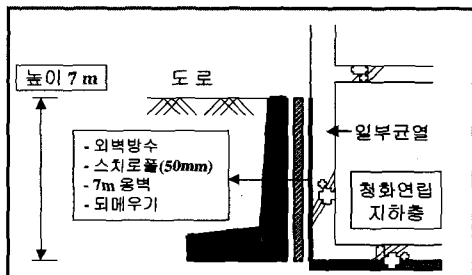


그림 18.

9. 맺는말

장기 방치공사 재개시 공사계획과 관리를 하기 위해서는 대외주주에 따른 공사계약적인 측면과 방치된 기존건물에 대한 기술적인 측면, 입주자에 내한 관리측면

으로 나누어 볼 수 있다.

1) 대외 수주적인 측면

- ① 장기방치 공사를 수주시에 사업부지에 대한 철저한 현장조사와 사업지 주변의 민원관계, 기존토지에 대한 권리관계 등에 면밀한 검토가 필요하다.
- ② 장기 방치공사의 기존공사 진행정도에 따라 공사범위가 크게 차이가 날수 있으므로 충분한 확인이 필요하다.

2) 도급계약적인 측면

- 기존방치된 구조물 공사가 진행된 정도에 따라 승계공사의 내용이 달라질수 있으므로 공사범위에 대한 기준설정이 필요하다. 특히 기존 구조물을 시공했던 기존 협력업체 정산처리 또한 도급계약 조건이 관건으로 중요시 된다.
- ① 기존 부도회사의 신탁처리에 따른 권리관계와 만약 분양보증이 되어 있지 않은 아파트나 주상복합의 경우는 기존 분양자의 권리관계를 확인 검토해야한다.

3) 기술적인 측면

- ① 기존구조물은 확인 측량을 통하여 먼저 기존구조물의 배치가 정확한가를 확인하는 것이 무엇보다 중요하며 또한 방치현장과 주변민원에 대한 관계도 충분히 검토해야한다.
- ② 기존구조물의 정확한 안전진단과 또한 장기간 방치로 인한 기존 부식 철근에 대한 처리방법이 중요하다.
- ③ 기존구조물과 연계시공 구조물과의 기술적검토와 기초구조물에 대한 재검토가 필요하다.
- ④ 기존구조물과 공사 진행정도에 따라 다소 차이는 있으나 공사인입, 급수, 전기, 배수관계 등을 충분히 확인해야한다.



장기방치공사완료 후 전경사진