

고층 아파트의 데크층 골조공사 시공사례

- Case Study on Frame Work of Deck Floor in High Rise Apartments -



이동환*



권오흥**

1. 서 언

최근들어 기술·설계능력의 비약적 발전과 부동산 수요증가에 따른 지가 상승 및 용지 부족으로 인한 부지의 효율적 이용 방안으로 각종 건축물의 대형화, 고층화, 다양화가 되어 고밀도 철근배근의 건축 구조물은 점차 증가하고 있는 실정이다.

이러한 추세에 맞춰 당 현장도 상업지구 내 일반 아파트 신축으로써 협소한 도심지 공간을 최대한 활용하기 위하여 지상1층 부분에 라멘 구조에서 벽, 슬래브 구조로 변화되는 Transfer Floor(트랜스퍼 플로어)가 설계되었으며 상층부(2~31층) 하중을 받는 기초 역할을 하고 있다.

트랜스퍼 층의 평균적인 보 크기가 800 × 1,800으로 콘크리트 타설량이 2,677 m³인 매스 콘크리트로써 당 현장 실시공사례를 소개하고자 한다.

2. 공사개요 및 현장 여건

2.1 공사개요

- 건물 명 : 신도림 아파트 신축공사
- 건축면적 : 2,546 m²(770.21평)
- 연 면 적 : 47,514 m²(14,373평)
- 용 적 륜 : 783 %
- 층 수 : 지하 3층, 지상 31층
- 건물높이 : 지하 10.8m/지상 94.18m
- 구 조 : 철근 콘크리트조

2.2 현장 여건

부지 동측에는 지하철 2호선이 지상에 서 지하화되는 구간으로 8m 도로를 사이에 두고 인접하여 있으며, 서남측에는 기

존 아파트 및 숙박시설이 인접하여 있고 북측과 서측으로는 상가 및 주거 밀집 지역으로 형성되어 있다.

3. 시공사례

3.1 개요

지상 1층을 7.9m 높이의 필로티 양식으로 설계되었으며, 지하주차장의 라멘구조에서 아파트 층의 벽, 슬래브 구조로 변화되는 트랜스퍼 플로어 보, 기둥, 벽으로 구성되어 있다.

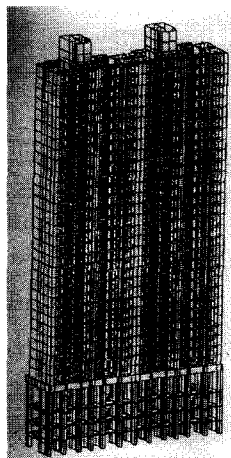


그림 1. 골조 개념도

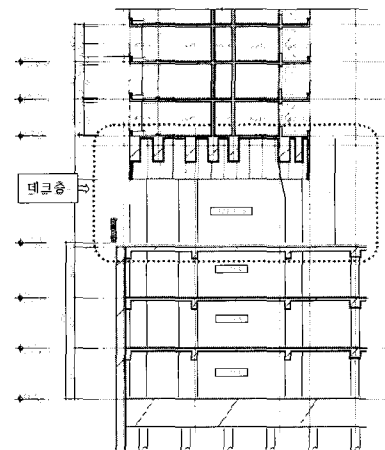


그림 2. 지상 1층 단면도

* LG건설(주) 신도림 아파트 현장 공사과장

** LG건설(주) 신도림 아파트 현장 건축대리

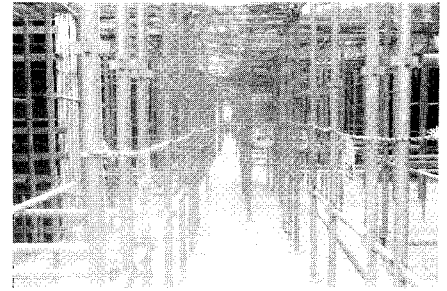


사진 1. 시스템 서포트 설치 전경

표 2. 합판/장선/명예/서포트 검토결과

사용부재	규격	간격(cm)
합판	THK 12 mm	4차 × 8차
장선	90 × 90 각재	25
명예	90 × 150 double	90
비계	시스템 서포트	120

에 의하여 안전성을 확인한 후 합리적인 배치가 되도록 계획하였다.

3.3 철근공사

3.3.1 기둥 및 옹벽 철근 조립

일반적 철근 조립 방법은 가공장에서 철근을 가공하여 인력으로 조립하는 것이 대부분이나 당 현장에서는 데크층 층고가 7.9 m에 달하며 철근규격도 최대 HD29 이고, 수직 철근 1본(本)에 대한 길이 및 중량(40 kg/1본)이기 때문에 재래식 인력 조립방법으로는 시공이 불가한 상황이었기 때문에, 철근 조립 방법을 다음과 같이 3 가지 방법으로 검토하여 그 중 가장 적합한 방법을 선택하기로 하였다.

- ① 재래식 방법으로 2인 1조가 되어 철근을 한 가닥씩 세우는 방법
- ② 바닥에서 기둥 전체를 선조립하여 크레인으로 들어서 Dowel Bar와 연결시키는 방법
- ③ 수직 철근을 한꺼번에 크레인으로 들어서 지지하고 인력으로 후프(hoop) 및 수평철근을 <사진 2>와 같이 고가사다리차를 이용하여 시공하는 방법

3가지 중 첫 번째 방법은 철근 중량이 너무 무거워 안전사고 위험 및 작업진행속

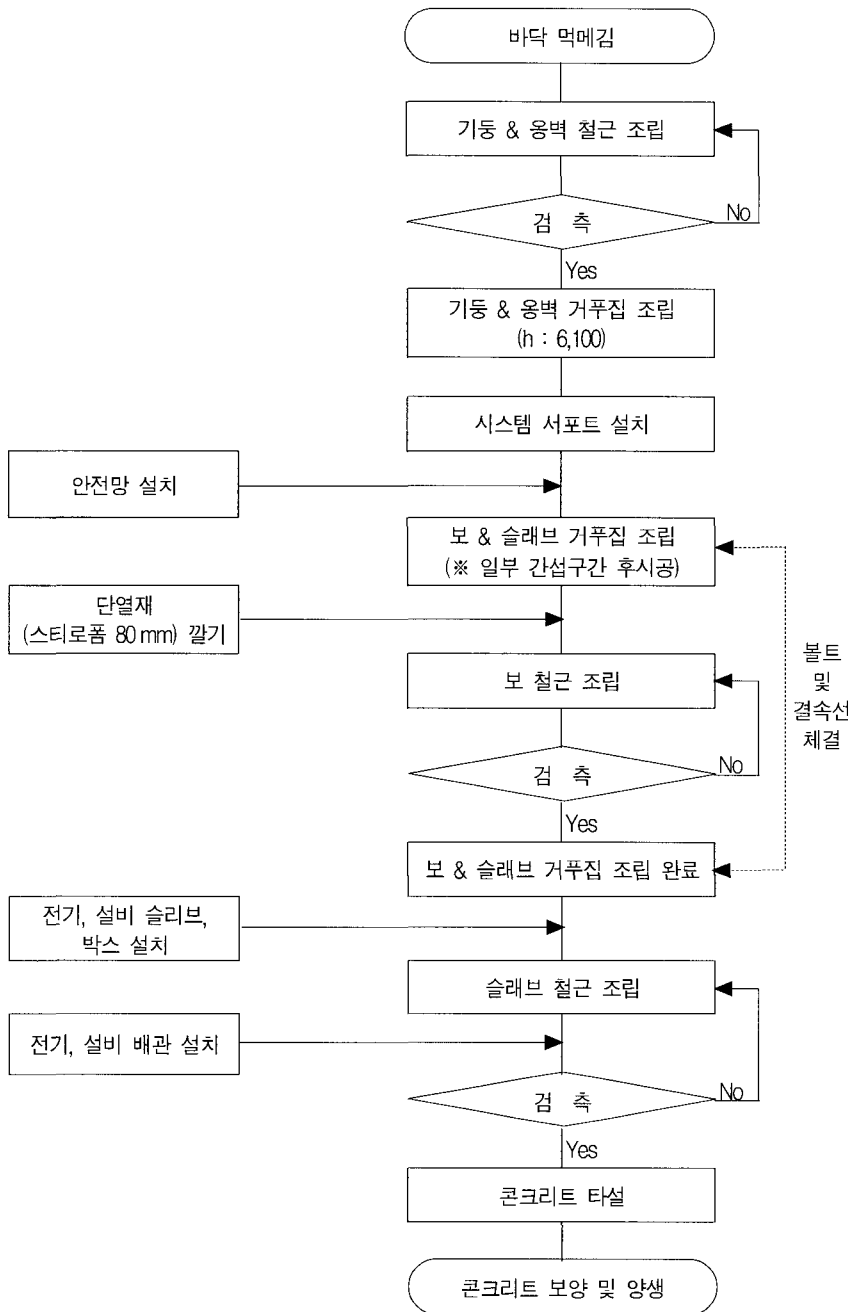


그림 3. 데크층 골조공사 흐름도

표 1. 설계하중 산정

콘크리트 두께		1.8 m
고정하중 : 슬래브 두께 × 자중	$2,400 \text{ kgf/m}^2 \times 1.8 \text{ m}$	$4,320 \text{ kgf/m}^2$
충격하중 : 고정하중의 50 %	$4,320 \text{ kgf/m}^2 \times 0.5$	$2,160 \text{ kgf/m}^2$
작업하중 : 150 kgf/m^2		150 kgf/m^2
설계하중 1 : 고정하중 + 충격하중 + 작업하중		$6,630 \text{ kgf/m}^2$
설계하중 2 : 설계하중 1/10		0.663 kgf/cm^2

3.2 가설재에 대한 구조 안전성 검토

3.2.1 개요

동바리는 콘크리트가 소요강도를 발현

하기까지의 가설구조물이기 때문에 안전성과 동시에 경제성, 시공성이 요구된다.

일반적인 경험과 관례에 의한 거푸집 동바리의 배치를 지양하였으며, 구조계산

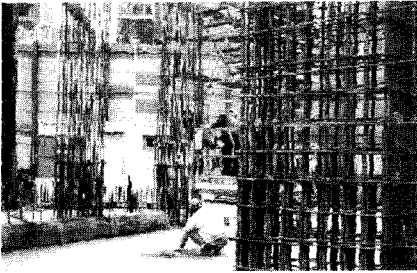


사진 2. 고가사다리차를 이용한 철근조립

도가 느렸으며, 두 번째 방법은 선조립하여 크레인으로 양중하는 것까지는 별 문제가 없었으나, 기존에 불규칙한 Dowel Bar와 연결하는데 상당한 어려움이 나타났다.

따라서, 세 번째 방법을 이용하여 인력과 장비를 적절하게 활용한 방법으로 생산성 및 안전성을 확보할 수 있었다.

3.3.2 보 철근 조립

당 현장의 보 철근 최대 규격이 HD32로 설계되었으며, 이음방법은 압접 이음으로 설계되었다.

현장 여건상 바닥에는 80mm 스티로폼이 설치되어야 하는데, 압접 이음은 시공상 문제점이 발생되어 이를 해결코져 (사진 3)과 같이 철근 이음방법을 기계식 이음(coupler) 방법으로 실시하였다.

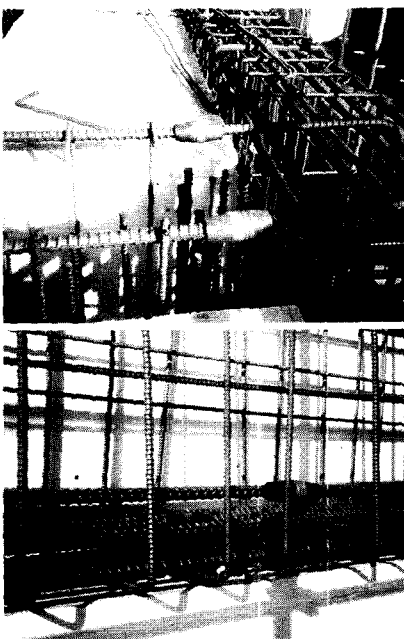


사진 3. 기계식 이음 설치

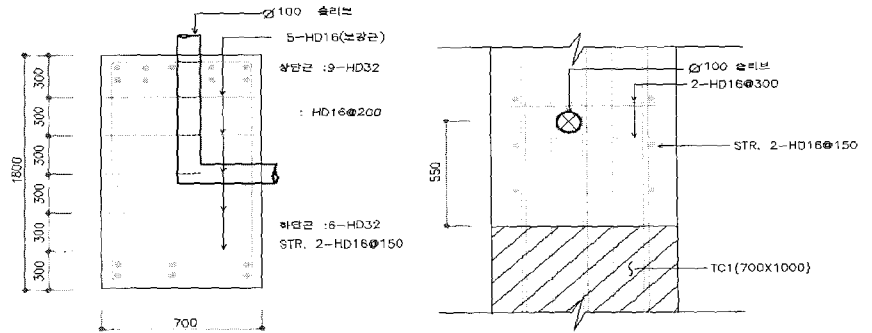


그림 4. 우·오수관 슬리브 매입구간 배근 상세도

기계식 이음의 제품구성 및 특징, 체결 순서는 <표 3>과 같으며, 또한 슬래브 전체 바닥 면적의 약 20%에 달하는 보 부재의 수량에 의해 아파트 기준층에서 이어지는 각종 드레인류의 슬리브가 보 부위와 간섭이 되어 보를 관통하는 사례가 발생하였다.

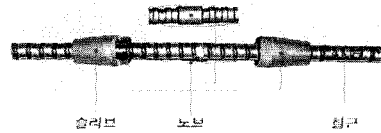
슬리브 규격으로는 $\phi 50$, $\phi 70$, $\phi 100$

관경의 슬리브가 보 부재 속에 매립되게 되었으며, 이를 위해 (그림 4)와 같이 별도의 보강 철근을 추가 시공하여 문제점을 해결하였다.

또한 당사가 자체 개발한 LG-BAS (Bar Bending Automation System) 프로그램을 활용하여 <표 4>와 같은 프로세스를 통하여 철근의 샵 드로잉 작성 및 주

표 3. 기계식 이음 제품의 구성 및 특징

◆ 제품의 구성



◆ 제품의 특징

- ① 이음부 피손방지로 인장강도 향상
- ② 밀착나사 체결방식으로 외적피로 내구성 유지
- ③ 철근형상 근접설계로 콘크리트 충전성 향상
- ④ 현지체결방식으로 원가절감, 인력감소 및 공기단축
- ⑤ 기존부품대비 가격경쟁력 확보
- ⑥ 철근마디결림 이음방식으로 철근 본체 강도유지
- ⑦ 현장체결로 획기적 체결공임절감
- ⑧ 특수재질 단조품으로 철근 본체와의 호환성 철저유지
- ⑨ 유선형 형태로 '레미콘' 충전성 확보
- ⑩ 부품수 최소로 위급관리 용이

◆ 체결순서

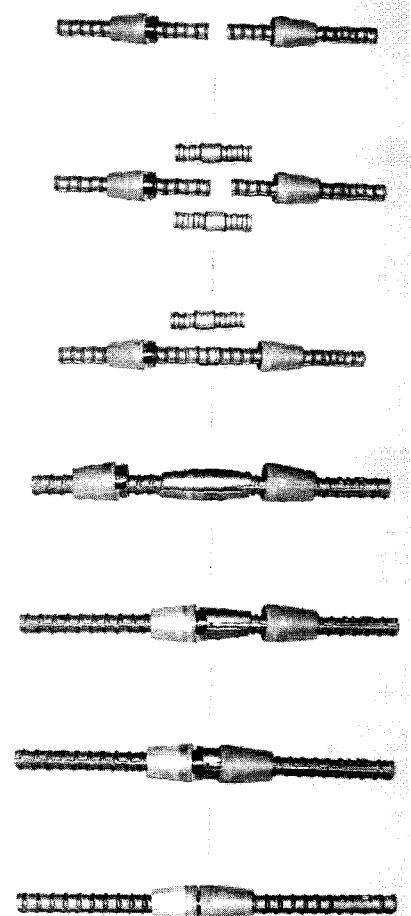


표 4. LG-BAS 전체 플로우 차트

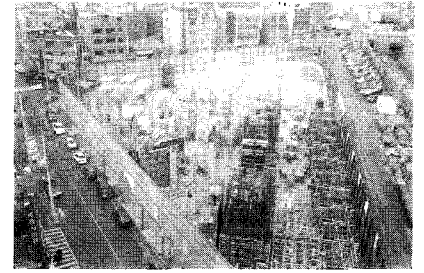
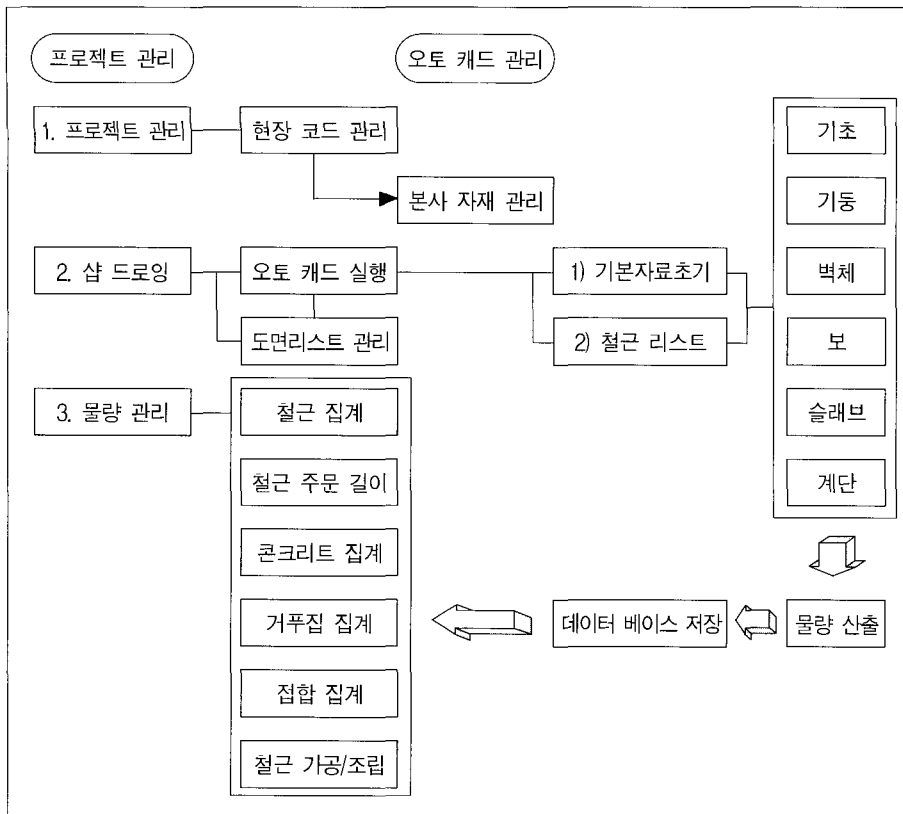


사진 4. 기둥 및 옹벽 거푸집 설치 전경

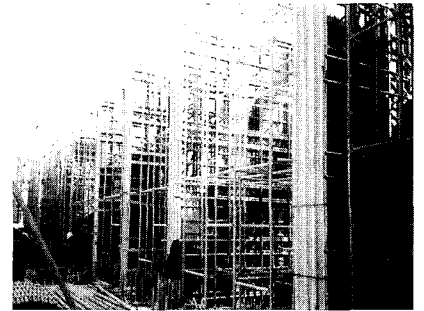


사진 5. 시스템 서포트 설치 전경

간장재(flattie, tiebolt), 간결철물류 등의 작업순으로 진행하였다.

문길이 산정으로 철근의 손실을 최소화하여 공사비 절감과 공사 효율성을 높일 수 있었다.

3.4 거푸집 공사

3.4.1 기둥 및 옹벽 거푸집 조립

데크층 동바리인 시스템 서포트를 선시공 후 거푸집 조립을 할 경우 자재이동 및

통로확보 등 작업여건상 불가하여 기둥 및 옹벽 수직부의 거푸집(h: 6.1m) 조립을 먼저 시공하기로 하였으나, 별도의 가설비계가 필요하게 되었다.

별도의 가설비계 설치하는 공기와 공사비의 과도한 증가를 가져오게 됨에 따라 당 현장에서는 기둥 및 벽체 거푸집을 바닥에서 선조립하여 T/C 양증을 통해 설치하고 고가사다리차를 이용하여 마무리 거푸집,

3.5.2 보 및 슬래브 거푸집 조립

기둥과 벽체 거푸집 조립 후 시스템 서포트를 설치하고 보와 슬래브 거푸집 조립을 실시하였다. 당 현장은 데크층 골조가 3개 동 아파트 부위로 구성되어 있으며, 첫번째 구간인 101동은 보 바닥(h: 6.1m)과 슬래브 바닥(h: 7.75m) 두 가지 타입의 동바리를 설치하였다.

101동 슬래브 거푸집 시공과정에서 보와 슬래브 부재의 단차에 의한 별개의 동

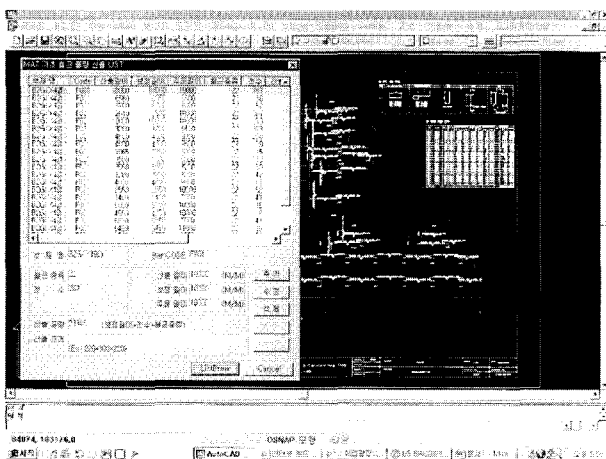


그림 5. LG Bar Bending Automation System(1)

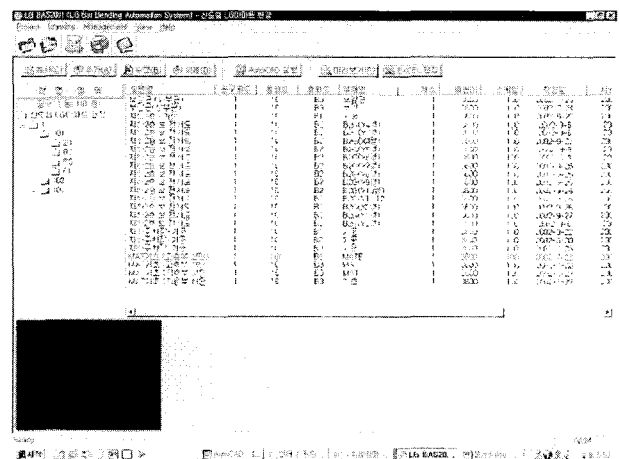


그림 6. LG Bar Bending Automation System(2)

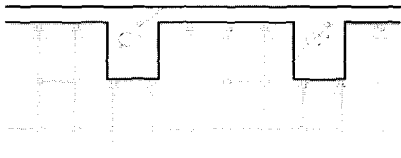


그림 7. 시스템 서포트 설치계획도(개선전)

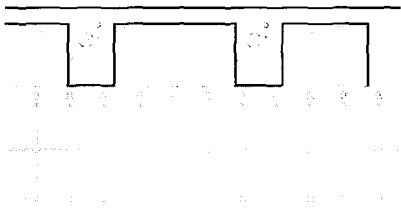


그림 8. 시스템 서포트 설치계획도(개선후)

바리에 의한 거푸집 조립작업은 보 작업뿐만 아니라 후속철근 배근에 있어서 공기면이나 작업안전성에 있어서 불합리한 시행착오를 겪게 되어 잔여 2개 동 건물은 다음과 같이 거푸집 2중 바닥 슬래브를 설치하여 시공함으로써 공기단축 효과를 달성할 수 있었다.

슬래브 형틀에서 해결해야할 문제 중에서 중요한 부분은 보 부재의 볼륨(500 × 1,800 ~ 최대 1,500 × 1,800)으로 콘크리트 타설시 측압에 대한 긴장재 보강방안이었다. 이는 보와 슬래브 거푸집 조립과 보 철근 배근 완료후 최종 스크루 볼트 긴장재로 체결하였다.

※ 선조립후 볼트 체결시 순간 해체후 긴장재 시공후 거푸집 제조립 실시

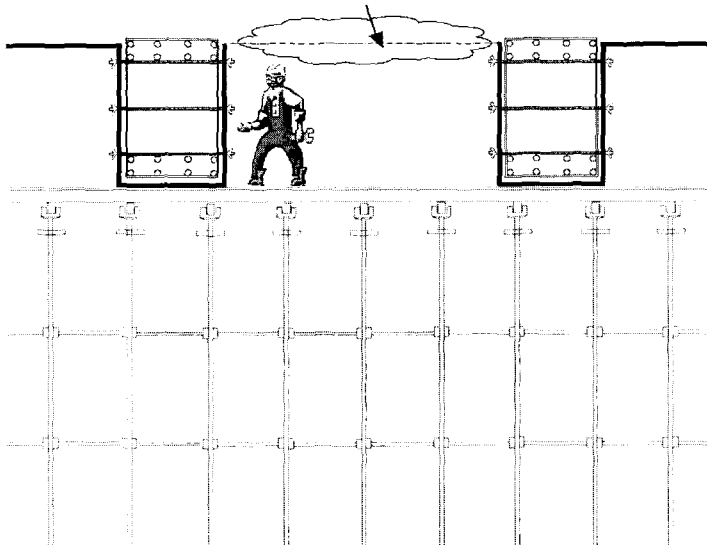


그림 9. 보 거푸집 폼타이 볼트 체결

3.5 콘크리트 공사

3.5.1 콘크리트 시험

콘크리트가 거푸집에 구석구석 충전되기 위해서는 높은 유동성뿐만 아니라 재료 분리에 대한 저항성을 동시에 지녀야 한다. 또한 비중이 다른 여러 구성성분의 집합체를 철근이 배근된 구조물에 밀실하게 타설하기 위해 유동성과 점성을 동시에 확보해야만 재료분리를 막을 수 있다.

당 현장에서는 구조물 특성상 기존규격으로는 품질을 기대하기 어려워 콘크리트용 혼화재로 플라이 애쉬를 사용하여 단위수량을 감소하였고, 콘크리트의 유동성과 점성을 개선할 수 있었다.

3.5.2 콘크리트 타설

콘크리트 타설은 기둥과 슬래브를 2회로 나누어 타설하였으며, 1일째는 옹벽 및 기둥(h: 6.1m)을 2m씩 3회 나누어 돌려치기를 하였다.

품질향상을 위해 고주파 진동기와 병행으로 기둥 및 옹벽의 하부에서 목망치로 가볍게 두들겨 콘크리트 다짐을 충분히 하였다.

2일째는 조인트면에 고압분무기를 사용하여 표면 레틴스를 제거하였으며, 보 부위는 2회, 슬래브는 1회로 나누어 타설을 완료하였다.

3.5.3 콘크리트 보양

콘크리트 타설 시기가 2월말경으로 외부 평균 기온이 -0.5°C이며, 최저 기온이 -3.5°C로써 동절기 공사 관리에 각별한 주의가 요구되었으며, 당 현장에서는 동절기 골조공사 시공관리를 다음과 같이 3단계로 나누어 특별관리를 하였다.

가. 1단계 : 콘크리트 타설전

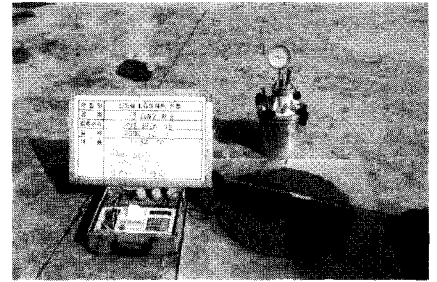


사진 6. 굳지않은 콘크리트의 플로우 시험

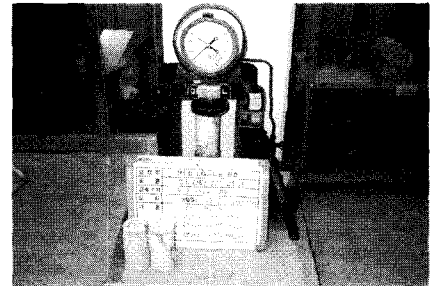


사진 7. 경화 콘크리트 28일 압축강도시험

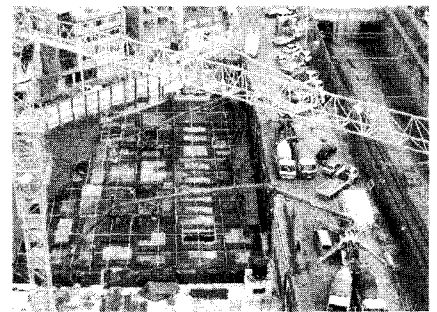


사진 8. 데크층 바닥 콘크리트 타설 전경



사진 9. 데크층 콘크리트 타설후 보양천막 설치

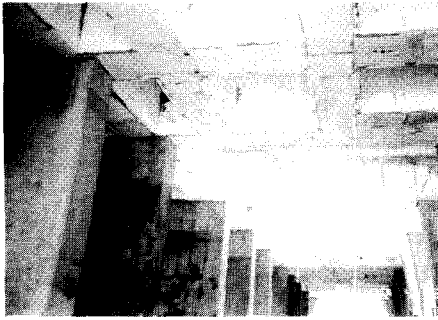


사진 10. 데크층 형틀 해체후 구조물 전경



사진 11. 데크층 골조공사 완료(아파트 하부층)

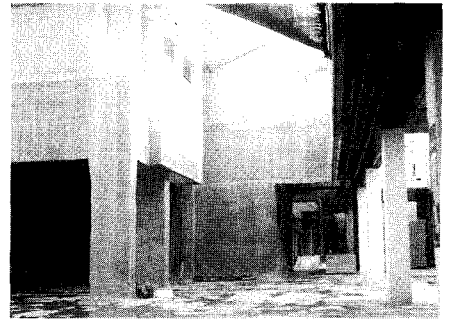


사진 12. 데크층 골조공사 완료(동 간 연결 다리)

- 1) 상부 보온 덮개 설치 상태 유지확인
- 2) 타설 1일전 열풍기를 활용한 가열조치로 철근 및 거푸집의 온도를 0°C 전후 유지함

나. 2단계 : 콘크리트 타설시부터 보온 가열 양생초기까지

- 1) 타설 시작 시간은 오전 08:00부터 오후 기온이 내려가기 전 마무리함
- 2) 열원에서 가장 먼쪽에 온도계 설치, 3시간 단위로 온도확인 기록 유지함
- 3) 충분한 양생이 되기전 슬래브 상부 근로자 통제 관리
- 4) 급열장치 가동상태 확인 및 유지관리를 위한 인원을 24시간 상주

다. 3단계 : 콘크리트 보온 가열 양생 마무리

- 1) 보온 가열 양생 완료후 콘크리트 온

도가 급격하게 저하되는 것을 방지토록 급열장치를 서서히 해제함

- 2) 콘크리트 강도 확인후 거푸집 해체, 현장 공시체를 이용 벽체는 50 kgf/cm², 슬래브, 보는 설계기준강도 300 kgf/cm²의 강도 확인후 거푸집 해체를 실시함

4. 결 언

금번 데크층 골조공사에서는 이에 관계되는 여러 가지 상황을 고려하여 사전에 검토하고 계획에 의한 공사를 수행함으로써 시행착오를 최소화 할 수 있었다. 특히 철근 조립시 장비를 활용한 시공, 철근 이음시 커플러를 이용한 기계식 이음 방법 적용, 보철근 조립시 거푸집 공종과의 간섭에 따른 시공성 문제, 가설재의 안전성 검토 및 경제적 배치 계획 수립, 동절기

공사 진행에 따른 콘크리트 보양 관리 등은 건설공사에서의 일반적인 사항들이지만 자칫 기술자들이 소홀히 하여 중대한 결함으로 야기될 수 있다고 생각한다.

아쉬운점은 플라이 애쉬를 사용한 고유동화 콘크리트로 기둥 및 옹벽부위에 타설하면서 고주파 진동기와 목망치를 동시에 사용하여 다짐을 철저히 관리함에 따른 폼보현상 발생은 최소화 시켰으나 일부 부위에서는 재료분리현상이 발견되기도 하였다. 향후 당 현장과 유사한 구조물 골조공사의 콘크리트 타설시에는 별도의 헛기둥을 만들어서 콘크리용 자바라호스를 기둥 거푸집 하부까지 내려 콘크리트 타설부위의 바닥에서부터 콘크리트가 타설되도록 한다면 보다 더 좋은 양질의 품질을 달성할 수 있을 것으로 기대한다. □