

## 레미콘 技術動向

### Tilt-up 공사 미국에서 활기

Tilt-up공사는 최근 미국에서 가장 빠른 성장을 보이고 있는 분야의 하나이다. 적어도 미국에서만도 매년 4,000개 이상의 건물에서 1억6천만 ft<sup>2</sup>이상이 Tilt-up공사를 수행하고 있다. 이 공법이 이처럼 많이 채용되는 이유는 부분적으로는 공사비의 경제성과 함께 이러한 공법을 구사하기 위한 설비투자비의 최소화, 유지관리비의 감소, 내구성 증대, 공기단축 등의 이유에 의해서이다. 이 공법의 장점은 특히 건물의 벽면의 높이가 20피트 이상이고, 동 공법이 채용되는 면적이 10,000ft<sup>2</sup>이상인 건물에서 특히 두드러진다.

동 공법은 물론 다른 프로젝트들도 대개 그렇겠지만 공사의 계획단계에서 부터 충분한 고려가 되어야 한다. 동 공법은 특히 엔지니어링 부분의 기술이 중요하다. 즉, 패널의 제작과 이동 및 설치에 대한 충분한 고려가 되어야 하고, 설계를 위한 패널의 두께 결정이나 배근방법 등이 세밀히 검토되어야 한다. 또 패널의 레이 아웃과 패널 벽체의 조립순서가 우선 일괄적으로 정해져야 한다.

(Concrete Construction, 38(5), 1993, pp. 337-344)

### 콘크리트포장의 리사이클링

오래된 콘크리트포장을 해체하고, 해체된 콘크리트를 골재로 재이용하는 것은 포장 재건설 시에 골재가격의 절감으로 공사비를 줄일 수 있는 방법이 되고 있다. 최근들어 매립지의 부족문제, 건설폐기물의 매립 처분에 드는 비용 문제 등이 큰 골치거리로 등장하고 있다. 그런데 콘크리트포장의 재활용은 단지 파쇄비용이 문제가 될 뿐이다. 천연골재의 구입비용과 폐콘크리트의 폐기비용은 그만큼 절감된다. 그리고 일부 지역에서는 자연산 골재의 부족문제가 심각하기도 하다.

이와같은 재활용 골재에 대한 새로운 배합법은 100% 골재를 재활용하고, 모래의 경우도 자연산 모래에 대하여 약 10~15%의 치환이 가능하다. 재활용 골재는 도로의 갓길 포장과 기반층에 사용될 수 있다.

파쇄방법에는 현재로서는 큰 어려움이 없다. 콘크리트의 리사이클의 목표는 최대한의 골재를 재이용하는 것이다. 또 모래 보다는 굵은 골재가 재활용하기가 훨씬 쉽다. 배합설계 단계에서 유의할 점은 천연골재보다 재활용 골재가 물을 많이 흡수하기 때문에 물 시멘트비의 조정이 다소 힘든데, 이것은 재활용 골재는 건조된 상태이기 때문으로 재활용골재의 경우 위

커빌리티가 나쁘거나 슬럼프값이 떨어지기도 한다. 따라서 몇몇 업자들의 경우에는 재활용 골재를 야드에 저장하면서 계속해서 물을 뿌려서 일정한 함수상태를 유지하도록 하기도 한다.

재활용 골재를 이용한 콘크리트포장에서 특별한 기술적 어려움은 없고 일반적인 자연산 골재의 경우와 같은 방법으로 작업이 진행된다. 단지 콘크리트의 워커빌리티 문제는 재활용 모래의 치환율에 크게 영향을 받게 되므로 이에 대한 고려가 필요하다. 미국에서 수행된 3개의 재활용 프로젝트에 대한 배합비를 소개하면 다음의 <표 1>과 같다.

<표 1> 3개의 리사이클 프로젝트에 대한 배합설계

성분구성	배합설계 (pounds/cubic yard)			
	미네소타	위스콘신	요밍	
시멘트(타입 1)	472	480	488	
플라이애시(타입 C)	83	110	133	
물	255	265	258	
재활용 골재	1,630	1,815	1,349	
자연산 골재	—	—	601	
재활용 모래	—	—	253	
자연산 모래	1,200	1,315	882	
혼화제	AE제	yes	yes	yes
	감수제	no	no	no

## 일본 레미콘 관련 규격의 개정

일본 레미콘 관련 국가 규격인 JIS A 5308 이 재개정되었다. 이번의 개정은 5년만에 다시 개정된 것으로, 이번의 경우는 주로 SI단위로 치환하는 것에 포커스를 맞추고 있다. 주요한 개정내용은 다음과 같다.

(1) 규격명칭을 변경하였는데, 1953년 부터

사용된 레디믹스트콘크리트의 일본어 표기가 「レデ-믹ストコンクリート」이던 것을 「レデイ-믹ストコンクリート」로 바꾸었다.

- (2) 콘크리트의 구분(표준품, 특수품)을 폐지.
- (3) 콘크리트 종류를 182종에서 122종으로 함.
- (4) 콘크리트의 강도 단위를 1995년부터 SI단위(Mpa, N/mm<sup>2</sup>)로 바꿀 것을 예고함.
- (5) 공기량을 종전의 4.0%에서 4.5±1.5%로 상향 조정함.
- (6) 믹서 트럭에서 콘크리트의 시료 채취방법을 변경.
- (7) 슬럼프시험과 공기량시험에서 채검사를 인정.
- (8) 기타 지정사항, 용어 등이 일부 개정됨.

## 빌딩 건설의 FA화, 로봇화

일본에서는 새로운 건설생산시스템을 위한 「자동빌딩시공시스템」이 종합건설업체 주목을 받으면서 각자마다 독특하고 개성적인 공법을 개발하고 있다. 이러한 공법은 빌딩 건설공정의 자동화, 성력화, 작업환경의 개선 등이 주요한 공통점이다.

大林組는 빌딩 전체를 로봇으로 건설하는 전자동 빌딩건설시스템 ABCS(Automated Building Construction System)을 東京都 黒田區에 건설중인 「리버사이드 隅田・獨身寮棟(S조·일부 SRC조·지하 2층·지상 10층·연면적 10,190m<sup>2</sup>)」에 채용하여 실제 가동을 개시하였다. 이 시스템은 日立造船과 공동개발한 것으로 건설업에 FA의 개념을 도입하여,

지금까지의 건설개념과 시공법을 크게 변화시킨 로봇에 의한 건설시스템이다. 빌딩 작업에서 地上作業의 대부분을 로봇화함으로써 철저한 無人化와 작업현장의 안전성의 확보, 노동력 부족에 대응, 건설업의 선진적인 이미지 확립 등, 건설업이 담고 있는 여러가지 문제점을 단번에 해결하는 가능성을 나타내게 되었다.

시스템 구성은 크게 나누어 FA화된 빌딩 조립건설공장인 Super Construction Factory (SCF)와 自動搬送機構, 각종 制御를 위한 컴퓨터시스템이 있다.

SCF는 시스템의 중추적 기능으로 지붕과 벽으로 보호되어 비, 바람 등의 기후에 영향을 받지 않고 건물을 구축하게 된다. 급변에 시공되는 빌딩의 SCF는 길이 55m, 너비 20m, 높이 20m로 1,200톤의 중량이고, 내부에는 SCF크레인이라 불리는 天障走行 크레인을 갖추어 빌딩건설단계에서 철골, 상판, 외벽패널 등의 부재의 수평반송과 부착을 하게 된다.

또 SCF내의 빌딩에 크라이밍장치를 조립시키게 되는데 이것은 한층의 공사가 마무리 되면 리프트업에 의해 SCF를 상승시키게 된다. 이처럼 SCF를 반복적으로 리프트업시키면서 빌딩을 완성하게 된다.

자동반송기구는 부재를 수직방향으로 운반하는 대형 자동화물 리프트가 중심으로 기둥, 보, 바닥, 내외장재 등의 부재를 시공순서에 따라 SCF내로 운반한 다음 야드에 저장하고, 반입된 부재는 바코드에 의해 관리하면서 필요한 요소 부위로 반송하게 된다.

垂直搬送機에 의해 SCF내에 반송된 부재는 SCF크레인에 의해 소정의 위치에 세트되고 기둥, 보의 용접에는 용접로봇에 의해 부착된다. 대체로 이 부분의 공사에서는 작업능률이 사람에게 비해서 약 4배 정도로 인식되고 있다.

位置計測시스템은 작업과 시스템의 안전성, 건물의 품질을 위해 건물내의 수평이동량, 수평도, 변형도, 풍향, 풍속, 진동 등을 항상 계측하게 된다. 이러한 데이터는 중앙제어실의 모니터에 리얼타임으로 표시된다.

工事管理·設備制御시스템은 각 공정의 계획·관리를 효율적으로 수행하기 위해서 컴퓨터시스템으로 공사관리시스템과 설비제어시스템으로 나뉜다. 공사관리시스템은 작업일정을 계획하여 이에 따라 각 부재의 현장반입이나 투입시기를 결정하고 바코드라벨을 이용하여 자재관리를 하게 된다. 이 때 현장의 진행상황을 화면상으로 판단하여 다음 계획의 작성이나 수정을 하게 된다.

한편 관리제어시스템은 설비의 운전상황을 리얼타임으로 표시하여 동작내용이나 부재의 조립작업 등의 내용을 한번에 판단할 수 있어 작업관리자는 이러한 상황에 따라서 적절한 판단을 할 수 있는 것이다.

동 시스템의 특징은 다음과 같다.

- ① 공기단축
- ② 노무비·건설비의 절감
- ③ 품질의 확보
- ④ 안전성의 향상
- ⑤ 주변환경의 배려.

동 시스템은 지붕과 벽으로 둘러싸인 공간에서 작업하므로 공사현장 전체가 실내환경이고, 이에 따라 기후의 악조건에 크게 영향을 받지 않으므로 확실한 공기단축이 가능하다. 또 필요에 따라서는 24시간 연속작업을 할 수 있다. 부재의 유닛화로 기능인력을 대폭 줄일 수 있고, 성력화가 가능하다. 예를 들면 이번의 공사에서 구체공사의 작업원은 종전의 1/3정도로 줄었고 부재의 프리패브화, 시공의 기계화, 컴퓨터에 의한 시공관리로 시공정도와 품질확보가 가능하였다. 또 고층부위의 위험작업이 대폭 감소되어 시공의 안전성이 높아졌으며 대부분의 건설작업이 SCF내에서 이루어져 소음, 분진 등의 주변환경에 미치는 영향을 최소한으로 억제할 수 있다.(자료 : 건축기술, no. 517, 1993, pp. 37-39)

---

---

## 슬라브와 바닥 배선설비를 일체화한 성력화 바닥 배선시스템 개발

---

---

최근들어 건설공사 현장의 인원부족의 해소, 공기의 단축은 중요한 과제가 되고 있는데 현장작업을 간략화하기 위해서 프리캐브화공법이 주목을 받고 있다. 또 최근의 오피스빌딩에서는 인텔리전트화의 이행이 급속히 진전되고 있다. 그러나 종래의 인텔리전트빌딩의 바닥하부는 복잡한 배선시공과 각종 아웃레드가 번거롭게 배치되어 사용되고 있다.

일본 鹿度는 일신전기상사, 일동공업, 호리등과 공동으로 성력화 상배선시스템 「DAX 플로어시스템」을 개발하여 이 시스템을 東京 都港區에서 시공중인 신축빌딩에 실용화하였다.

이 시스템은 작년 4월에 녹도가 호리와 공동으로 개발한 「KH슬라브」에 전원, 전화, OA의 3종류의 전기배선내장의 플라스틱제 일체형 전기박스를 조합하여 개발한 것이다.

KH슬라브는 형상이 간단하고 생산효율이 높을 뿐만 아니라 컴퓨터관리에 의해 공장생산되기 때문에 성력화와 코스트다운이 가능하다.

인텔리전트빌딩의 요건으로는 전원, 전화, 데이타의 각종 선로를 충분히 확보할 수 있어 OA화에서 각종 OA기기의 제약없이 설치하고 이용할 수 있는 장점이 있다. 이번에 개발된 「DAX시스템」도 이러한 조건을 고려하여 개발된 것이다.

이 시스템은 배선시스템이 설치된 플로어박스과 배관 등을 공장에서 KH슬라브에 조립하여 현장에 반입하고 이것을 콘크리트로 타설하게 된다. 이 때문에 인텔리전트빌딩의 건설현장에서 시공성을 대폭 향상시키는 외에도 종래의 오피스빌딩 바닥공사에 비하여 20% 정도

의 코스트다운이 가능하다.

또 전원, 전화, OA기기의 3개의 전기박스를 1개로 집약하기 때문에 한번에 조립작업이 이루어지고 지금까지 번거로운 인텔리전트빌딩의 배관공사를 대폭으로 줄일 수 있게 되었다.

따라서 플로어박스가 플라스틱에 의해 일체로 성형되기 때문에 콘크리트의 침투가 없고, 콘크리트의 타설, 양생후에는 바닥의 높이에 적합하도록 박스커버의 고저를 조절할 수 있어 기능적인 바닥면을 간단하게 시공할 수 있어 기기의 레이아웃이 한결 수월하다.

---

---

## 신 거푸집공법 개발

---

---

일본 하자마사와 小野III시멘트는 두께 12mm로 압축강도 1,000kg/cm<sup>2</sup>를 실현한 PC (프리캐스트콘크리트) 거푸집공법을 공동으로 개발하였다. 메시근으로 보강한 고강도모르타르판을 기둥, 보부분의 거푸집으로 타입, 시공한다. 이 공법의 특징은 고강도 PC판으로 제작된 거푸집이 구조물에서 일체로 작용하게 되는데, 시공기간의 단축과 열대림의 목재를 이용한 합판의 소비도 줄일 수 있어 환경문제에도 기여하게 된다.

동사는 건설성의 건설기술평가제도에 따라 모집한 「철근콘크리트조 기둥보 거푸집의 시공합리화공법의 개발」에도 참여하여 실용화를 위한 평가도 진행되고 있는 것이다. 동사에서 는 향후 벽재를 포함한 타입거푸집공법을 개발에 주력할 예정이다.

(자료:일본공업신문 1993. 4. 15)



## SEC기술을 응용한 플라이애시 콘크리트의 연구

중국 절강성에서는 105만 및 240만kw의 석탄화력발전소의 운전과 관련하여 여기서 나오는 플라이애시(FA)와 슬라그를 건설자재로 이용하기 위한 광범위한 연구가 시행되고 있다.

이번의 연구에서 주목을 끄는 아이템은 시멘트에 대하여 FA의 치환율을 10, 20, 30%로 하고 이때 SEC공법으로 믹싱했을 때의 강도를 실험해 보는 것이다. 실험은 ㉠ 보통의 콘크리트 ㉡ FA를 시멘트에 대하여 30% 치환한 경우 ㉢ FA를 30% 치환하고 SEC공법으로 믹싱하는 3가지 경우에 대하여 실험한 결과에 대하여 그 일부를 소개하면 <표 1>과 같다. SEC공법이란 처음에 믹서에 일부분의 물과 시멘트로 30초간 믹싱한 다음에 FA를 추가로 투입하여 다시 30초간 믹싱하고, 마지막으로 골재와 나머지 물을 투입하고 90초간 믹싱하게 된다.

실험 결과를 통해서 SEC공법에 의해 믹싱한 콘크리트의 강도가 초기강도와 28일 강도에서 다같이 높은 값을 보여주고 있음을 알 수 있다.

<표 1> SEC믹싱과 보통의 믹싱방법에 의한 콘크리트의 특성

콘크리트의 종류	압축강도(Mpa)				슬럼프 (cm)	중성화 깊이 (mm)
	3일	7일	14일	28일		
㉠ 보통콘크리트	8.5	14.2	18.7	23.2	5.5	4.1
㉡ 시멘트에 FA 30%치환	3.5	9.5	16.4	22.2	6.1	6.1
㉢ ㉡에 SEC공법으로 믹싱	4.9	11.2	18.8	28.7	6.5	5.0

## Leibherr사의 새로운 트럭믹서

트럭믹서에 대한 새로운 유럽 규격의 출현과 더불어 국제시장을 겨냥한 Leibherr사의 새로운 트럭믹서가 개발되어 시판에 나섰다. 이번에 개발한 트럭믹서는 드럼과 차대부분의 내구성을 개선한 것이 큰 특징이고, 최적믹서 조건, 부하량의 컨트롤 등의 기능이 뛰어나다는 것, 드럼은 하이드로믹서타입의 용량 6m<sup>3</sup>짜리인데 좌우로 회전이 자유롭고 믹싱조건이 최적 이 되도록 각종 기능이 장착되었다.

한편 유럽에서는 최근에 트럭믹서에 대한 개발방향이 최적믹서 조건과 더불어 소음의 감쇄에 대한 연구가 활발하고, 기존의 트럭믹서에 비하여 소음이 10db이상 줄어든 기종이 선보이고 있으며 이에 대한 연구도 활발하다.

(Concrete, 27(4), 1993, pp. 74)

## 온도균열 제어를 퍼스컴으로 관리

일본의 熊谷組는 「매스콘크리트의 온도균열 제어를 위한 정보화 시공관리시스템」을 개발하였다. 최근 증가하는 매스콘크리트구조물은 온도균열의 제어가 큰 문제가 되고 있는데, 시공조건이 달라짐에 따라 균열 제어를 위한 시공관리기술이 필요하다.

동사가 개발한 것은 매스콘크리트의 시공시에 일련의 온도균열 제어에 관한 시공관리를 일관되게 현장내에서 리얼타임으로 수행할 수 있는 시스템이다. 이 시스템의 특징은 다음과 같다.

- ① 콘크리트 구조물의 내외부에 설치한 각종 기기의 계측관리를 수행하고, 콘크리트의 각종 재료시험 결과에 따라 실제 구조물 내에서의 콘크리트의 제 물성치의 비교해석이 가능하다.
- ② 또 콘크리트의 제 물성치에 따라 실제의 시공상황에 따라 온도와 온도응력 거동의 해석이 가능하며, 동사 독자의 파이프쿨링에 열수송이론을 접목하여 파이프쿨링에 의한 열수지를 고려한 온도응력 해석이 가능하다.
- ③ 전문가시스템에 의한 온도균열 발생 진단과 제어대책 평가 기능을 갖추고 있어 온도균열 제어대책에 대한 기술적 판단이 쉬워 현장에서 매스콘크리트의 고품위 시공이 가능하다.
- ④ 퍼스컴으로 사용하기 때문에 현장에서도 쉽게 도입할 수 있다.

---

## 최근의 레미콘 제조기술

---

일본 콘크리트공학회지 3월호에는 최근의 콘크리트 제조기술에 대한 전반적인 내용을 특집으로 소개하고 있는데, 그 중에서 레미콘에 관련된 내용을 살펴보면 다음과 같다.

### (1) 레미콘의 제조기술

레미콘 제조시의 공기량의 허용범위, 슬럼프의 허용범위, 계량기의 계량오차 등을 설명하

고 골재와 콘크리트의 제조방법, 레미콘 설비, 레미콘의 제조공정 관리상의 기술동향 등에 대하여 설명하고 있다.

### (2) 레미콘의 제조설비

최근의 레미콘 공장은 각종 기기가 고성능화되고, 컴퓨터에 의해 제어되고 있다. 또 공해방지법, 소음규제법, 대기오염방지법, 수질오염방지법 등이 레미콘 공장에서 배출되는 각종 환경오염을 규제하고 있다. 이와 더불어 레미콘 공장에서의 각종 환경방지설비, 골재 저장설비, 계량설비, 믹싱장치, 플랜트 제어 및 부대설비에 대하여 살펴보고 있다.

### (3) 레미콘의 품질관리

레미콘 공장에서 품질관리의 개념적 흐름도, 각종 품질관리 방식의 비교, 레미콘 공장에서 품질관리의 문제점과 개선방향 등에 대해 설명하고 있다.

### (4) 서중, 한중콘크리트

서중, 한중콘크리트에 대한 정의 및 제조시의 유의사항, 시공시 고려되어야 할 내용 등이 소개되고 있다. 또 최근의 한, 서중콘크리트기술의 개발동향도 소개하고 있다.

### (5) 콘크리트의 운반방법

레미콘의 운반방법에 대한 문제점 및 개선책에 대한 검토를 포함하여 운반중의 레미콘의 품질변화의 문제점, 미국과 유럽에서 레미콘 운반기술의 개발동향, 드라이브치로 운반하여 현장에서 물을 가하는 방법, 현장에서 혼화제만 첨가하여 슬럼프를 조절하는 방법, 운반중의 콘크리트 온도조절 방법 등에 대해 소개하고 있다. (일본 콘크리트공학, 31(3), 1933)

<産業技術情報院 責任研究員 文 英鎬 提供>