

초조강감수콘크리트를 사용한 공기단축 방법(Ⅱ)

An Approach to Shortening of Construction
Period Using Ultra High Early Strength Concrete

尹 相 大

〈농어촌진흥공사 농어촌연구원 수석연구원〉

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. 서론 | 나. 콘크리트 거푸집 개발 |
| 2. 초조강감수콘크리트 | 다. 토목구조물에 있어서 콘크리트 거푸집 |
| 가. 기본원리 | 라. 건축물에 있어서 시멘트계 얇은 타설거푸 |
| 나. 굳지않는콘크리트 경화콘크리트의 기초적성상 | 집 공법 |
| 다. 경화콘크리트의 성상 | 4. 공기의 단축 |
| 라. 벽제균열성상 | 가. 초조강감수콘크리트 이용의 이점 |
| 마. 구조설계의 영향 | 나. 초조강감수콘크리트의 이용에 |
| 3. 콘크리트제 거푸집공법 | 다. 1층5일 시공실현 |
| 가. 개요 | 5. 결론 |

3. 콘크리트제 거푸집공법

가. 개요

최근 사회여건의 급속한 변화 환경의 악화에 따른 콘크리트의 고내구성화가 요구되고 또한 건설공사의 근대화를 추진하기 위하여 시공여건상으로 기능인력 부족 공기단축 인력운영의 효율화 공사비절감 등을 종합적으로 검토할 때 로봇화·정보화·효율화 등 건설공사의 합리화가 요구되고 있다.

현재와 같은 합판거푸집에 의한 거푸집공법은 그 가공성이 좋고 경량성인 것으로부터 1960년대부터 지금까지 정하여진 규격으로

서 급속하게 보급되어 있다. 그러나 최근에는 거푸집목공이 부족하여 거푸집공사가 지연되는 때가 많게 된다. 또한 거푸집 제거작업이 필요하게 되는 것으로부터 합판거푸집의 비능률성과 작업공정의 번잡성이 건설공사의 합리화를 방해하는 것으로 지적되고 있다.

한편 합판자원인 열대우림이 감소하여 절멸위기가 국제적으로 논의되고 있어 새로운 거푸집시스템의 개발이 요구되고 있다.

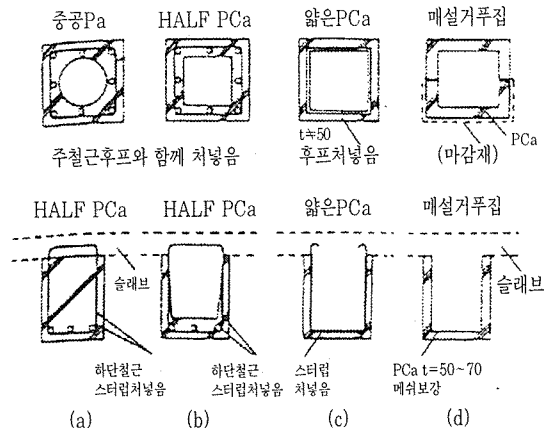
건설공사의 자동화와 정보화를 도모 이것에 의해 고품질화와 공기의 단축 및 효율화 안전성 내구성 확보를 위한 중요요소기술으로서 그 개발이 기대되는 것이다 새로운 거푸집공법에 요구되는 사항으로서 다음과 같

은 사항이 있다.

- ① 경량일 것 ② 거푸집제거가 불필요할 것 ③ 가공성이 좋을 것 ④ 압축강도가 높을 것 ⑤ 휨강도가 높을 것 ⑥ 표면마무리성이 좋을 것 ⑦ 내구성이 좋을 것 ⑧ 대량생산이 가능하여 경제적인 것 ⑨ 장대한 경간이 될 것 ⑩ 자원절약형일 것

나. 콘크리트거푸집 개발

콘크리트거푸집의 개발은 건설공사의 합리화의 일환으로서 시행되는 것이나 우리나라에서는 아직 개발된 것이 거의 없고 연구의 움직임도 미미하다. 그러나 일본의 예를 들면 토목보다는 건축분야에서 필요성이 대두되었고, 현재는 건축공사 합리화의 움직임은 1965년경부터 시작, 빌딩건축의 후리웹브화의 종합적인 시스템으로서 적층공법이 개발된 것이 주목된다. 1970년경부터는 PCa의 기둥이나 보를 경량화하기 위하여 [그림 36]과 같이 기둥이나 보를 가운데가 비게하여 시행하는 것에 의해 half PCa화가 진행되고 슬래브도 omni판 등의 출현에 의해 두께가 약1/2의 half PCa판이 많이 사용되어 건축공사의 half PCa화가 진행되었다. 이들 omni판은 외벽의 PCa 거푸집으로서도 이용

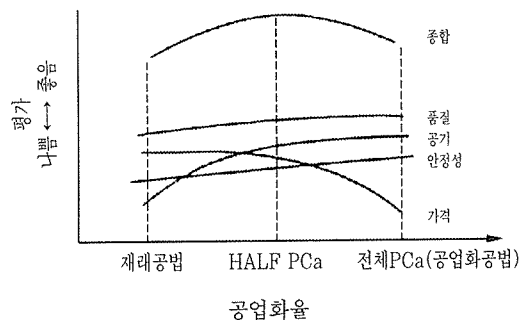


(그림 36) 건축공사의 half PCa화와 콘크리트거푸집¹³⁾

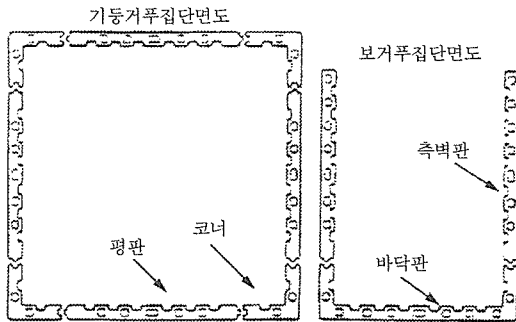
되기 시작하였다. 미리 타일을 붙여 표면을 치장화한것에 의해 외장공사가 생략되는 등의 이점도 있어 급속하게 보급되고 있다.

이와 같은 half PCa공법은 [그림 37]에서 보는 바와 같이 종래공법에서는 품질 공기 안전성 등이 낮고 경제성이 양호한 것으로 되어 있는데 대하여 full PCa공법은 품질이나 공기 안전성이 높고 경제성이 나쁜 등 각각 장점과 단점이 있다. half PCa공법은 이들 양자의 장점을 가지는 공법으로 실용적인 공법이다.

이 경향은 1980년대부터 건설공사가 고강도화되어 초고층철근콘크리트 건축이 많게 됨에 따라 촉진되어 기둥 보 슬래브 및 벽체와 토목공사에서는 장대교량의 교대 교각의 미관과 내구성 공기를 고려한 공사에 활발하게 사용되고 있다. 1980년대 후반부터는 half PCa의 최종적인 목표기능인 거푸집을 제거하지 않는 매설형거푸집이 급속하게 보급되기 시작하였다. 최근에는 보다 경량의 얇은 PCa거푸집이 사용되고 있다. 또한 콘크리트 기술의 발달에 따라 탄소섬유나 유리섬유 보강에 의해 휨강도를 높이는 것, 실리카흙이나 고성능감수제 등의 재료적인 개량에 의해 시멘트부재의 휨강도를 150~250kgf/cm²로 향상시킨 것을 사용하는 것이 특징이다. 거푸집 두께는 20~30mm정도의 것도 실용화되고 있



(그림 37) half PCa 공법과 full PCa 공법 및 종래현장치기공법¹³⁾



[그림 38] 압출성형재료에 의한 기둥 보 콘크리트거푸집 단면도¹³⁾

다. 최근의 경향으로서는 이들 매설거푸집의 제조는 대도시주변 지방도시 주변의 공장에서 생산하여 대도시에 수송하는 경우가 많게 된다. 또한 콘크리트의 양생방법을 개선 실리카흙을 혼입한 콘크리트만으로 휨강도 250~300kgf/cm² 정도의 제품생산이 가능하여 이 분야의 활용이 기대된다.

이들 얇은거푸집의 대량생산 형태로서 압출성형재료가 거푸집재료로서 이용되게 되었다. 이들 재료는 공장에 의한 대량생산이 가능하다. 그것도 휨강도가 200~300kgf/cm²로 높고 매쉬 등에 의한 보강이 불필요하다. 현장에서 절단 가공 및 조립이 용이하다. 또한 압출성형되기 때문에 그 단면의 형상이 비교적 자유롭게 된다. 콘크리트와 접합부분도 홈 가공이 용이하므로 콘크리트와의 부착이 충분하게 확보된다.

[그림 38]은 압출제품에 의한 기둥 및 보 거푸집을 조립한 단면도의 예이다. 이와같이 압출성형재를 조립하는 것에 의해 임의의 기둥, 보, 거푸집이 조립되는 등 두루 사용되는 시멘트계 거푸집재료로서 적합한 것으로 생각된다. 이들 압출제품은 [그림 38]과 같은 부재를 가운데를 빈상태로 하는 것 및 경량화를 도모하는 것도 가능하다. 슬래브나 벽용거푸집으로 높은 휨내력이 요구되는 경우에는

가운데 빈부분을 크게하여 단면2차모멘트를 크게하는 것도 가능하다. 가운데 빈부분에 강봉을 삽입하여 프리스트레스를 도입, 휨응력을 높이는 것도 있다. 또한 외벽에 사용하는 경우에는 단열효과 및 방음효과도 기대된다.

다. 토목구조물에 있어서 콘크리트거푸집

1) 개요

토목콘크리트구조물은 해안 육상 지중 수중 해중 등 여러 가지 환경조건에 축조된다. 그 종류도 방조제 방파제 교량 댐 터널 옹벽 포장콘크리트 등 다양하게 걸쳐 있다. 이들중 어느것이나 사회간접자본시설로서 요구되는 기능을 갖추고 소정기간 공용기능을 가져야 한다. 이 단일품목생산형의 대형 콘크리트구조물의 프리캐스트화는 상당히 어려우나 최근 이들 토목구조물은 초대형화 경관성 내구성 시공의 효율화 기계화시공에 의한 기능공간의 해결 신속화를 위한 기술개발이 진행되고 있다. 예를 들면 PC보 박스암거 지하통로 구조물 PC말뚝 등 분할되는 것은 불록화시켜 PCa 화되고 있다.

더나아가 PCa 거푸집공법은 부분 PCa공법이다. 부재의 외측을 PCa화하여 이것을 거푸집으로서 2차콘크리트를 타설하는 이공법은 부재전체를 공장제작하여 현장에서 조립하는 PCa블록공법에 비하여 효율화 기능인력의 절감 신속한 점에서 진보된 공법이라 할수 있다. PCa공법이 적용되는 이유로서 다음과 같은 것이 고려된다.

① 대단면부재의 바깥부분을 PCa거푸집화하여 나머지를 현장타설콘크리트로 하는 것으로 PCa부재의 중량경감을 하는 것이 되는 동시에 거푸집 동바리 등도 생략된다.

② 고강도 PCa거푸집을 부분적으로 사용하므로 부재내하력의 향상이 가능하다.

③ 고내구성 PCa거푸집으로 외부를 덮어 싸므로 부재의 내구성 향상이 가능하다.

④ 경관재료를 사용한 PCa거푸집을 사용하는 것으로서 구조물전체 경관을 개선시킨다.

⑤ 프리캐스트부재로 보서는 극복될 수 없는 연속성 차움성 등 이음부의 결점을 현장콘크리트로 개선하는 것이 된다.

⑥ 거푸집제거가 필요없고 초조강감수콘크리트를 사용하면 공기를 단축 시킬 수 있다.

⑦ 해중공사 높은 곳의 공사 등을 기계화시공에 의거 시행하므로 안전성이 확보되고 시공속도를 정확하게 예측할 수 있다.

이들중 ①⑥⑦은 시공성에 관한 사항이고 ②~⑤는 완성후의 기능성에 관한 사항이다.

토목구조물은 건축구조물에 비하여 대단면으로 구성된다. 대용량의 활하중이 반복하여 작용하고, 가혹한 환경에 축조되는 것이 많은 특징을 가지고 있다. 이들 조건은 ①~③의 적용 이유와 합치된다. 이런 점에서는 토목구조물은 PCa거푸집공법으로 가야 한다.

또한 다른 측면에서 검토하여 보면 시멘트의 계절적인 수급조절면에서도 유효한 방법이 될 수있고 토목구조물의 대형화에 따른 매스콘크리트의 효율적인 시공면 사회간접자본 시설의 공기단축에 의한 공용성의 조기확보

를 위한 전연시공성 확보 등 계획적이고 거시적인 입장에서 검토하여야 할 사항이라고 판단된다.

지금까지 토목분야에서 사용된 PCa거푸집은 구조물의 어느 부위의 기능성이나 시공성을 개선할 목적으로 개선한 것이다. 주된 것을 열거하면 PC매설거푸집 고내구성매설거푸집 및 철근콘크리트 PCa거푸집 3종류가 있다. [표 9]는 개발연대 순서로 각각 장점을 나타낸 것이다. 보강강재의 유무로 이것을 분류하면 PC매설거푸집 철근콘크리트 PCa거푸집은 주보강재가 단면내에 들어가는 두꺼운 형태, 고내구성매설거푸집은 보호막 역할을 하므로 주보강재는 현장치기콘크리트부에 들어가게 되는 얇은 형태로 분류된다.

2) PC 매설거푸집

일본에서 토목분야에 최초로 개발된 PCa 거푸집은 1970년경 교량슬래브에 적용된PC 매설거푸집이다. 이 거푸집을 사용한 공법은 PC합성슬래브공법으로 부른다. [그림 39]에 도시한 것과 같이 주보가설후(a) 폭1m 두께 7cm정도의 PC판을 매설거푸집으로설치[그림 39(b)], 거푸집 동바리없이 콘크리트가 타설된다. [그림 39(c)]PC매설거푸집에는

[표 9] 토목용PCa 거푸집¹⁴⁾

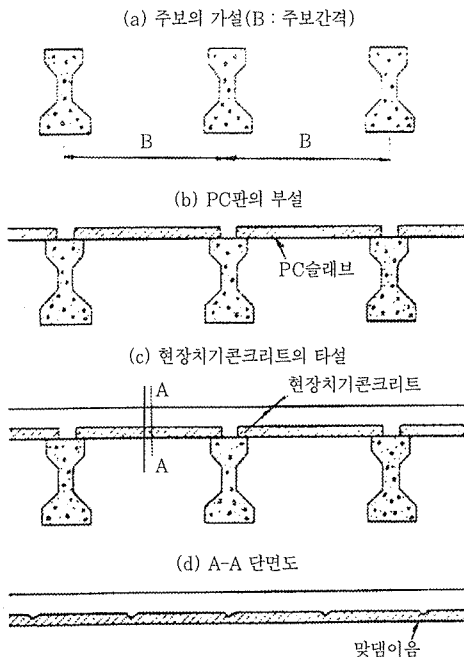
PCa거푸집의 종류	사용목적	사용부위	구조 또는 재료	접합면처리	줄눈부처리	보강재의 접합	합성부재의 구조종류
PC 매설거푸집	②	교량슬래브	PC	3mm정도의 요철	돌출접합+모르터	-	PC
고내구성 매설거푸집	③or④	교각 교대 라이닝	폴리머 콘크리트	굵은요철 또는 입체금망 또는 앙카금물	실링재+고무 또는 접착제	-	철근콘크리트 (일부PC가능)
철근콘크리트 PCa거푸집	①	교각 암거	철근콘크리트	거칠은 요철(-+) 접합철근	(수평) 경질고무+모르터 (연직) 돌출접합	(수평) 슬리브이음 (연직) 중첩이음	철근콘크리트

(주)사용목적란의 번호는 본문중 적용이유 번호

프리스트레스 도입에 의한 자중 현장타설콘크리트중량 및 작업하중에도 견디는 것이 좋다. PC매설거푸집 윗면에 5mm정도 요철과 운반시 드는데 필요한 금물 정도를 설치하므로 경화된 현장콘크리트와 PC매설거푸집과는 일체화하여 합성슬래브를 구성한다(그림 39(d)).

PC합성슬래브공법의 특징은 PC 매설거푸집이 프리스트레스가 도입되지 않는 것이다. 합성슬래브전체가 PC부재로서 거동하는 것도 있다. 따라서 종래 철근콘크리트 슬래브에 비하여 상당히 균열이 적다. 강성이 높은 슬래브가 얻어진다.

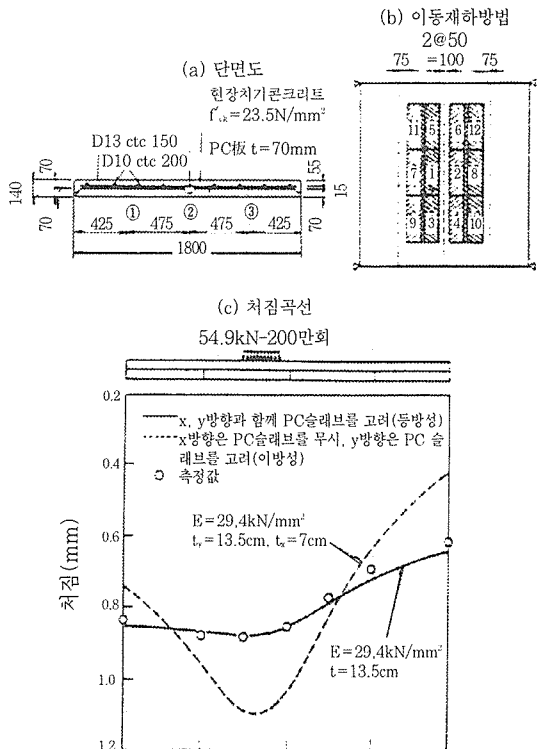
PC합성슬래브공법은 실제 교량에 적용되었다. 당시의 노동조건 시공시 환경문제등 사회적 배경은 상당히 어려웠다. 보통의 거푸집 공법에 비하여 상당히 비용이 높기 때문에 토목분야에서는 일반화 범용화에 이르지 못하였다. 그렇지만 1980년대에 들어서면서 도로



(그림 39) PC합성슬래브공법¹⁴⁾

교슬래브의 손상이 심각하게 나타나면서 또한 건설기능인력의 감소 기능 수준의 저하 등 사회적 조건도 변화되었기 때문에 PC 합성슬래브공법도 다시 평가되었다. 일본에서는 1987년 [PC합성슬래브공법설계시공지침(안)]을 작성하였다. 동지침에서는 합성슬래브는 일방향판으로 설계된다. 사용한계상태 균열 검토모델을 ① 균열을 허용하는 PC, ② 균열을 허용하지않는 PC, ③ 철근콘크리트3가지로부터 선택하는 것으로 하였다 합성슬래브의 하부에는 교축직각방향에 PC판의 맞댐이음부의 줄눈이 남게 된다. 이동재하에 의한 피로시험 결과로부터 이 영향은 거의 없고 등방성판으로서 거동하는 것이 확인되었다(그림40 참조).

PC매설거푸집은 현재는 토목공사용 보다 도로 건축분야에서 압도적으로 이용량이 많다.



(그림 40) 이동하중재하에 의한 PC 합성슬래브 피로시험¹⁴⁾

구성되는 PC 합성슬래브 강성이 높고 차음성이 우수한 등 장점이 많기 때문이다. 이 거푸집은 원래 큰 활하중이 반복하여 작용하는 토목구조물로서 개발된 것이다. 사회여건 변화 가혹한 환경조건에서 내구성확보 공기단축 등 토목분야에서 이용확대가 요망된다.

3) 고내구성매설거푸집

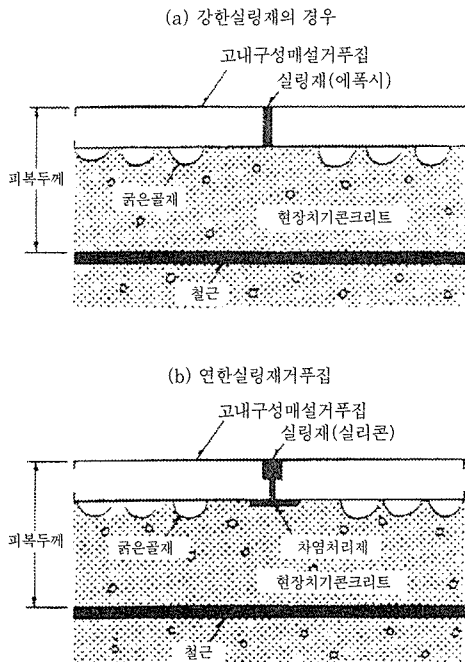
최근 구조물축조환경이 가혹하게 됨에 따라 1980년후반부터 염해에 의한 조기노후화 온천수 공장배수에 의한 화학적 침식 및 마모, 동해작용에 의한 물리적 침식 등 상당히 가혹한 환경조건 아래서 콘크리트구조물의 노후화대책으로서 높은 내구성을 가지고 경관재료로서도 이용가능한 고내구성매설거푸집 개발과 실용화가 진행되고 있다.

1985년에 폴리머함침콘크리트판(PIC폼)이 사방댐월류부 마모대책으로서 사용된 것을 처음으로한 냉지 방파제 동해방지대책 수

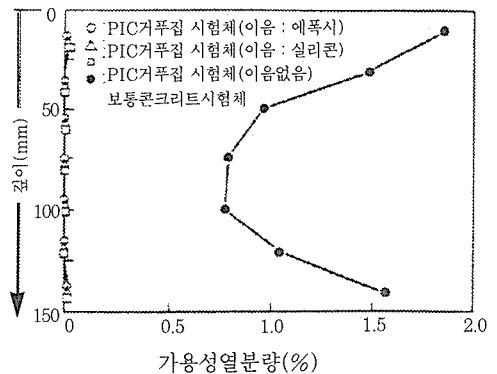
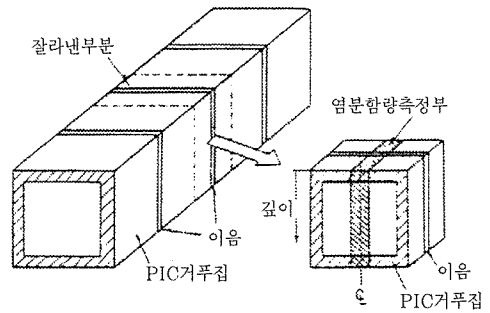
로터널 노후화부 개수의 급속시공 및 대규모 해상교량 기초의 염해방지 대책 등으로 사용되었다. 그 후 에폭시모터트 적층판(PCA폼)이나 석재혼입 폴리에스테르판 등도 개발되었다.

1993년에는 [거푸집 제거가 불필요한 콘크리트공사의 효율화를 도모하는 것과 함께, 미관·내구성이 우수한 프리캐스트거푸집기술(시공현장의 무인화 인력의 효율화)]를 채택, 일반에 공모하였다.

고내구성 매설거푸집을 사용한 철근콘크리트부재 설계에서는 거푸집은 피복콘크리트의 일부로 보는 것으로서 특히 가혹한 환경 아래서 보호하는 역할을 하게 되므로 거푸집사이의 이음 구조에 주도면밀한 고려가 필요하게 된다. [그림 41]에 이음처리 예를 [그림 42]에는 처리부재의 염해축진시험결과 예를 각각 도시하였다. [그림 42]로부터 시공이 충분



(그림 41) 고내구성매설거푸집의 이음처리¹⁴⁾



(그림 42) 고내구성매설거푸집 이음부의 염해축진시험¹⁴⁾

히 되었으면 대개 완전할 정도로 염분침투가 방지된다.

고내구성 매설거푸집에 요구되는 성능으로서 [미관의 개선]도 포함된다 일반적으로 사용되는 경관재료에는 예를 들면 정원석과 같이 세월이 흐르는 것과 함께 소재가 가지는 특성이 증대 이른바 에이징(aging)효과가 요구된다. 앞으로 고내구성 매설거푸집이 경관 재료로서 사용되는데는 이점도 고려할 필요가 있다.

4) 철근콘크리트 PCa거푸집

최근 사회간접자본시설의 대규모화에 의한 구조물의 대형화로 대단면콘크리트구조물 부분의PCa화를 목표로 구조철근을 포함한 외측부분을 PCa거푸집화하여 현지설치후 내부 2차콘크리트를 타설하는 PCa거푸집공법도 실용화 되고 있다.

일본에서는 1990년부터 실시된 [프리캐스트 콘크리트거푸집 설계시공기술의 개발에 관한 연구]가 있다.

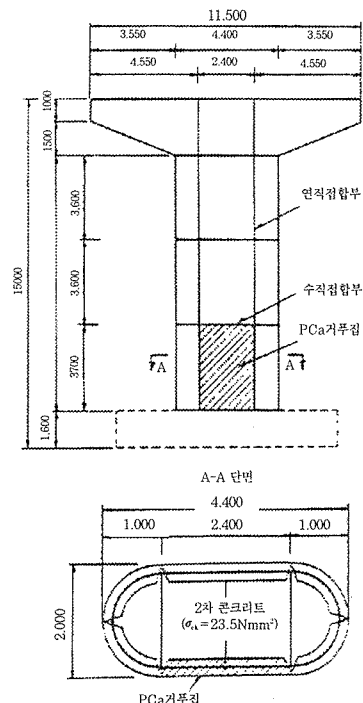
동연구에서는 [그림 43]에 도시한 교각구조물이 선정되어 PCa거푸집화의 가능성이 검토되었다. 교각기둥부 PCa거푸집 치수는 제한중량4tf, 피복두께7.5cm 등을 조건으로 정하였다. 검토결과 효율화 인력의 효율적 운용 신속화가 도모되고 특히, 인력에 대하여는 종래공법의 60%정도까지 절감되는 것이 밝혀졌다. 해결하여야 할 과제로서 ① 거푸집과 2차콘크리트와의 일체화 ② 철근콘크리트 PCa거푸집사이의 철근접합방법이다.

이들2가지 과제에 대한 검토를 시행①에 대하여는 요철과 인양용철근으로 접합하는 방법②에 대하여는 수평접합부 주철근은 나선형슬리브 이음공법 연직접합부 배력철근은 덧댄철근배치에 의한 간이이음공법이 각각 검토되었다. 철근콘크리트 PCa거푸집을 사

용한 합성교각공시체(100×100cm 높이310cm 철근콘크리트 PCa거푸집두께10cm)가 제작되어 캔티레버보형식에서 정부교대하중재하시험을 시행한 결과 주철근 항복시 변위의 4배까지 반복, 재하하여도 구조체의 일체성은 보이지되는 것이 확인되었다.

5) 결론

토목분야에서도 여러 가지 여건으로 서서히 PCa거푸집공법이 보급될 것이다. 특히 시멘트수급차원 높은 내구성·기능인력부족·품질확보·공기측면에서 시책적으로 보급이 요망된다. 수요가 창출되면 주변기술도 발달될 것이다. 예를 들면 다짐이 불필요한 콘크리트가 그 예이다. 사람이 필요없이 거푸집 내에 현장타설콘크리트의 타설이 가능하게 되면 인력절감은 한층진전되어 PCa거푸집공법에 부수한 충전성의 문제도 해결된다.



[그림 43] 철근콘크리트PCa거푸집검토대상 교각¹⁴⁾

지금까지 우리나라에서는 콘크리트거푸집이 사용되지 못하였으나 PCa거푸집공법은 선진국 보다 한단계넘어 인천국제공항, 연락교량, 고속철도, 신항만건설, 월드컵관련시설, ASEM시설 등에 계획설계부터 구조물 전체의 PCa 거푸집공법화를 도모, 공장에서 같은 형상의 PCa거푸집을 공장제품화하면 비용면에서 PCa 거푸집의 불리한 것은 어느 정도 해소되고 현장시공의 안전·신속·인력절감 등과 높은 내구성확보에 의한 Life Cycle Cost를 고려하면 오히려 저렴하게 될 것이다.

PCa 거푸집공법은 노동력부족 거푸집재료로서 별채되는 열대우림의 확보 등 콘크리트 기술과 관련된 제문제의 해결이 가능한 유일한 수단이 될 것으로 판단된다.

라. 건축물에 있어서 시멘트계 얇은 타설 거푸집공법

1) 개요

거푸집은 철근콘크리트건축물 시공에서 기본적으로 중요한 것은 물론 완성된 건축물의 성능·미관·내구성 등에도 크게 영향을 미친다. 거푸집의 기본적인 역할에 대하여 사회적 여건을 고려, 검토·정리하면 전용거푸집으로부터 매설거푸집으로 변경의 필요성 매설거푸집기술의 특징과 변천에 대하여 기술한다.

2) 앞으로 왜 매설거푸집이 필요한가

현재 사용되는 거푸집중에서 가장 많이 빈번하게 사용되는 합판거푸집은 시공이 쉬운 것을 고려하면 경량이고 높은강도의 이점에서 다른 거푸집재료를 설명할 필요도 없이 우수한 재료이다.

가공성이 좋기 때문에 현장가공을 맞추기 전의 것으로서 현장시공에 있어서 기능공편

중이 촉진된다. 또한 합판은 재생되지 않는 열대우림에서 기른 귀중한 재료가기 때문에 지구환경적인 관점으로부터도 조기에 폐기물로 되는 전용거푸집으로 사용은 피하는 것이 좋다.

합판거푸집을 사용하지 않고 철근콘크리트 구조물을 시공하는 것은 용이하지 않다. 하나의 방법으로서 경량고강도 거푸집재료를 사용한 이른바 시스템거푸집이 개발되었다. 또 하나의 방법으로는 half PCa, 타일, 치장재를 붙인 판등 매설거푸집이 있다. 최근에는 압출성형기술의 활용 고강도화를 위한 혼화재료의 개발 등에 의해 무기재료의 고강도화보다 경량고강도화가 실현되고 있다. 여기서 매설거푸집이나 시스템거푸집에 사용되는 재료는 일반합판과 같이 가공성이 없고 문제로 되어 있는 노동력 기능공수급문제 등 시공현장에서 거푸집의 가공이 시공기술의 효율화 자동화를 둘러싼 기본적인 기술의 흐름에 반하는 것을 고려하면 시스템화된 고성능재료를 사용하기 쉽게 하는 쪽이 보다 중요한 것으로 판단된다.

3) 거푸집의 역할을 바로잡자

거푸집은 무정형의 콘크리트를 흘려넣어 다짐하는 것에 의하여 건축물을 형성 하기 위한 것으로 되어 있다. 콘크리트계 건축물을 기본적으로 형성하기 위한 수단 이외에 일반적으로 아래와 같은 역할이 필요하다.

- ① 콘크리트의 경화전 형태의 보호 (성형기능, 표면의 모양준, 양생)
- ② 콘크리트수화반응의 건전한 진행보조 (양생)
- ③ 콘크리트건축물 구체정도의 확보 (성형기능)
- ④ 철근 피복두께 확보 (성형기능)
- ⑤ 콘크리트의 배합조절(개질효과)

⑥시공공정 개선

①은 거푸집의 기본적인 역할로 되어있는 콘크리트의 모양을 실현하는 의미로부터 콘크리트의 강도가 발현되기전까지의 보호이다. ②는 콘크리트를 구조상 내구성상 필요한 재질로 되는 시공시 각종 노후화작용으로부터 보호하기 위한 보조적인 역할이다. ③ 및 ④는 넓은 의미에서 치수 정도의 문제이다. 어느 정도의 정도가 실현되는가 개개 거푸집 기술의 좋고 나쁨 또는 기술적인 진보의 기본적인 척도이다.

⑤는 투수재에 의한 콘크리트의 물시멘트 비 감소효과에 의한 품질의 개선을 목적으로 한 것이 주요기술이다. 부재치수나 거푸집의 재질에 의하여 질을 저하시키는 것도 있다.

⑥은 콘크리트계 건축물의 시공 쪽에 직접적으로 관련되는 사항이다. 어떠한 형태의 거푸집기술을 사용하는 것에 의하여 시공양식이 기본적으로 변화한다.

4)미래파 시공을 위한 거푸집 분류

앞으로 건설현장에서 사용될 거푸집에는 여러 가지 종류가 나타날 것이다. 고도산업사회 고도정보화사회의 건설현장에서 가장 중요한 기능인력의 절감 시공의 기계화 자동화란 관점에서 분류하면 [표 10]에 표시한 것과 같다.

분류항목을 열거하면 다음과 같다.

- 공장에 있어서 치수조정방법
- 구체시공공정에 대한 효과
- 완성된 구조물의 성능에 대한 효과 (매설 거푸집)

공장에 있어서 치수조정방법에서는 재래거푸집과 module 거푸집으로 나누어지나 앞으로 사회문제화되는 합판거푸집은 재래거푸집의 전형적인 예이다. 그러나 이 거푸집도 현재 건설현장에서 조각조각 소모품적으로 사

용하는 것은 아니고 공장에 있어서 설계부문으로 되어있던 컴퓨터시스템을 사용하여 설계도서에 기초 제조되어야 한다. Module거푸집은 한층 층높이를 가진 비교적 긴 층높이의 거푸집과 쌓기하는 무늬목모양의 소형거푸집으로 나누어진다. 전자는 사용부위중 특히 기둥, 보, 거푸집재료로서 후자는 벽거푸집으로서 위력을 발휘할 것으로 판단된다. 건축물의 시공공정에 대한 효과는 [그림 44]에 도시한것과 같이 매설거푸집, 치장재붙임거푸집 및 일반형거푸집으로 나누어져 치장재붙임거푸집과 일반타설매설형거푸집으로 각

[표 10] 자동화에 적합한 형태의 거푸집시스템의 분류항목¹⁵⁾

● 공장에 있어서 치수조정방법에 의한 분류

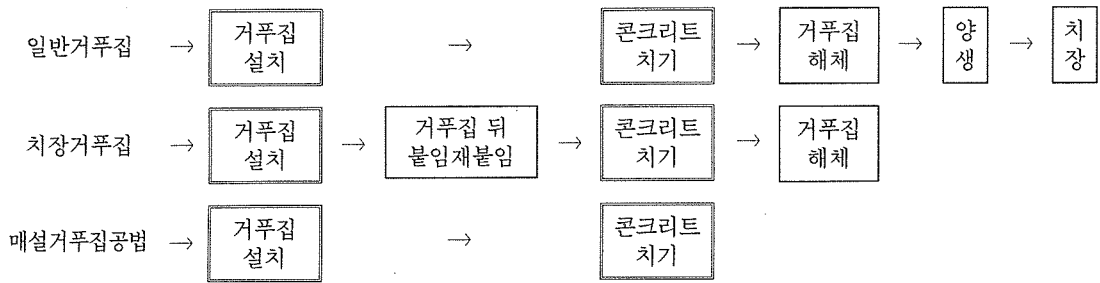
재래 거푸집	합판거푸집 : 공장에 있어 CIM system에 의하여 절단가공하는 것을 전제로하여 적당하게 조합 시키는 것을 고려 한다. 기타거푸집
module 거푸집	층고거푸집 : 앞의 것을 응용하여 제조하는 것으로서 CIM화에 의하여 조합시키는 것을 고려 한다. 소형거푸집 : 위와같은 것으로 소형의 것

● 구체시공공정에 대한 효과에 의한 분류

매설형 거푸집	치 장 : 거푸집제거, 습윤양생 및 치장공사가 필요하지 않은 효율적인 거푸집 방치형 : 거푸집제거, 습윤양생을 필요로 하지 않는 효율적인 거푸집
양생 거푸집	치 장 : 습윤양생 및 치장공사를 필요로 하지 않는 효율적인 거푸집(거푸집제거 불요) 방치형 : 습윤양생을 필요로 하지 않는 거푸집(거푸집제거 불요)
일반 거푸집	방치형 : 상기 이외의 거푸집(거푸집제거, 습윤양생, 치장공사 불요)

● 성능으로부터 본 매설형거푸집

구조용 매설거푸집	구조성능부여가 가능한 거푸집
구체보호용 매설거푸집	콘크리트피복두께의 일부로서 사용되는 거푸집
보통 매설거푸집	상기이외의 거푸집(구조성능 부여불가 피복두께로서 보지않음)



(그림 44) 거푸집공법에 의한 시공공정의 상위¹⁵⁾

각 분류된다.

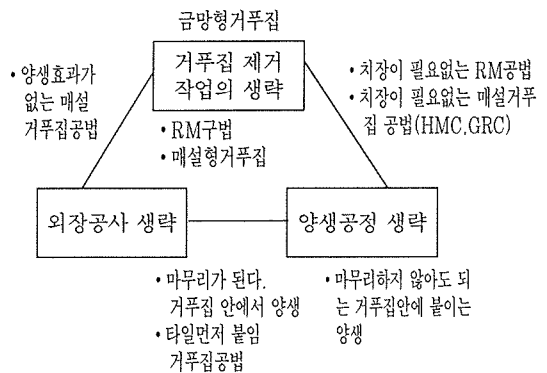
매설형거푸집을 건축물의 성능으로부터 분류하면 구조성능을 일부부담하여 구조계산의 대상에 포함하는 것(구조용매설거푸집), 구조성능의 일부는 부담하지 않으나 콘크리트 피복두께의 일부로서 평가대상으로 되는 거푸집(구체보호용매설거푸집) 및 이들 2가지 종류외로 구체표면에 붙이는거푸집(일반거푸집)으로 분류된다.

각종 거푸집을 사용하는데 있어서는 시공하기 쉽고 내구성 경제성을 검토 각각의 거푸집재료가 가지는 특징을 활용하여 사용부위나 거푸집공법의 적합성을 검토하고 최종적으로는 Life Cycle Cost가 적게 하는 것이 바람직하다.

5) 얇은 매설거푸집의 성립

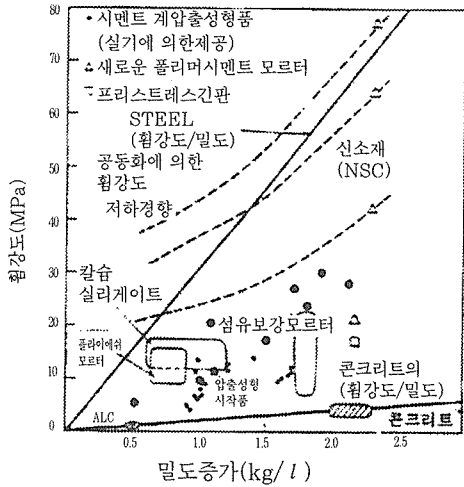
다가올 사회적 배경으로부터 새로운 거푸집공법에는 [그림 45]에 도시한 것과 같이 거푸집 제거작업의 생략 콘크리트 양생공정의 생략 외장공사의 생략 다짐이 필요없는 콘크리트에 의한 타설 등 공기의 단축이 가능하고 이러한 관점에서 새로운 거푸집재료는 개발되어야 한다. 여기서 경제적인 것은 거푸집재료보급에 영향을 미치는 것은 말할 것도 없다. 여기서 중요한 것은 Life Cycle Cost개념이다.

거푸집재료에는 직접적으로는 시공하기 쉽



(그림 45) 공정생략측면으로부터 본 거푸집공법의 위치¹⁵⁾

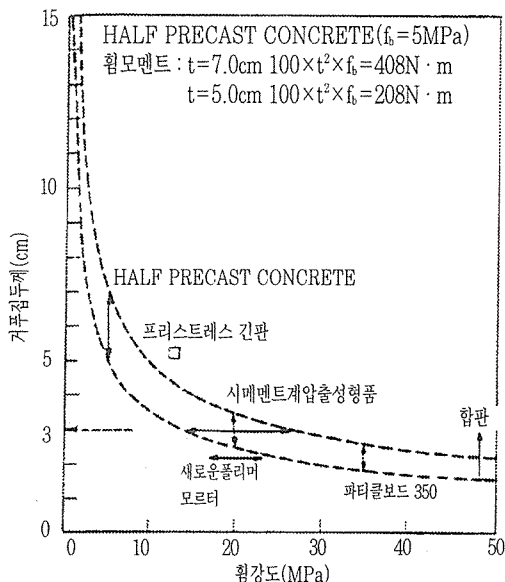
고 안전성의 관점으로부터 가볍고 높은 휨강도 그리고 높은 휨비강도가 요구된다. 이런 관점으로부터 [그림 46]에 각종 무기재료의 휨강도에 관한 조사결과를 도시하였다. 시스템 거푸집이나 half PCa등은 거푸집재료로서 반드시 만족되는 재료는 아니다. 얇은 강판거푸집재료는 금속으로 되어 있기 때문에 높은 휨비강도를 가져 성능이 좋고 시공이 쉬운 등으로부터 슬래브용 거푸집 재료로서 사용되는 첫째이다. 얇은 강판거푸집의 경우 시공후 거푸집제거도 양생도 불필요한 것으로부터 매설형거푸집의 전형적인 예로 된다. 그렇지만 거푸집재료를 제거 및 양생시키지 않고 매입하여 기둥보 거푸집의 일부 및 슬래브부재로서 사용되는 경우에는 높은 휨비강도 이외에 내구성이나 내화성도 요구된다. 이들 성능은 건축물의 수명이나 인명에 관한 것이



(그림 46) 각종무기재료의 휨강도와 밀도에 관한 조사 결과¹⁵⁾

된다.

이상으로부터 [그림 47]에 도시한 휨비강도의 비약적 증대에 의하여 거푸집부재의 두께를 저감시킨다. 압출성형에 의하여 공동단면화하는 것으로 동일제품 두께에서 동일휨성능을 가정하면 재질강도 증대효과를 보다 경량화되도록 하는 것을 [그림 48]에 도시되



(그림 47) 기둥 보거푸집의 소요두께와 휨강도와의 관계¹⁵⁾

어 있다.

얇은 매설거푸집으로서의 다음과 같은 부재가 고려된다.

- ① 점결재계를 포함한 시멘트계 압출성형 부재
- ② 새로운 고강도 폴리머시멘트 모르터
- ③ 직접스프레이법에 의한 유리섬유보강시멘트
- ④ 강제슬래브거푸집용 경량철재

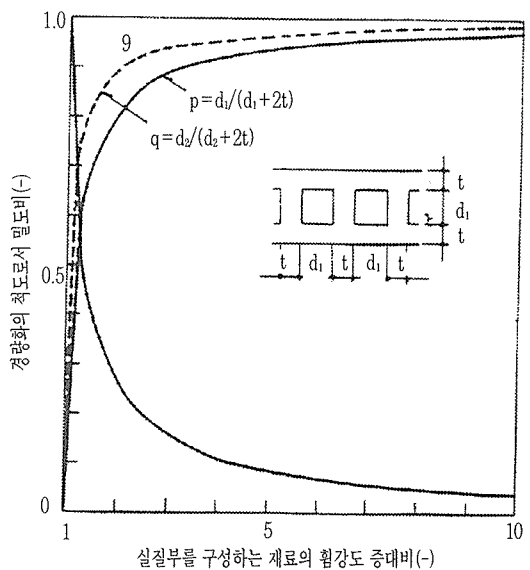
최근에는 실리카흙 혼입시멘트모르터의 온수양생에 의거 휨강도 300kgf/cm² 이상이 발현되는 연구결과에 의거 경제적인 새로운 제품의 출현도 기대된다.

6) 얇은매설형거푸집공법의 성능

가) 일체성을 어떻게 할 것인가

매설거푸집 공법에서는 부재표면의 1면 또는 전면을 높은 품질의 매설거푸집재료로 피복하므로 부재성능은 일반적으로 다음과 같은 사항에 의존하게 된다.

- ① 매설거푸집과 콘크리트와 일체성



(그림 48) 휨강도비와 밀도비의 관계¹⁵⁾

② 복합부재의 강도성상

③ 복합부재의 내구성능 외피의 노후화물질 침투성

④ 콘크리트의 건조수축균열 방지성상

얇은매설거푸집공법은 앞에서 기술한 것과 같이 지금까지의 매설거푸집부재를 높은 휨비강도화 시킨 것으로 성능상 효과에 대하여는 당연히 실현된다. 그러나 이를 위하여는 종합적이고 복잡한 기술의 해결이 따르지 않으면 안된다. 선진국에서는 활발한 개발경쟁이 진행되고 있다. 우리도 곧 이런 경쟁 체제가 나타날 것으로 판단된다.

예를 들면 시멘트계 고강도 거푸집부재는 일반적으로 내부에 타설하는 콘크리트와의 일체성 확보가 곤란하다. 시공시 및 통상 사용할 때는 물론 지진시 화재시 등 긴급상황시에도 일체성이 확보되어야 한다. 이를 위하여는 다음과 같은 기술이 정비되어야 한다.

① 거푸집과 콘크리트의 일체성을 확보

② 거푸집은 콘크리트에 대하여 접착과괴후도 낙하하는 것이 아니고 박락방지성능을 가질 것

③ 시공후 사용할 때 마감으로서 거푸집에 생기는 건습온냉에 의한 변동이 적고 거푸집 사이의 이음부가 깊은 이음 세라믹타일과 같은 상태로 되는 것과 같이 매설이음공법을 사용한다.

④ 3~4m 마다 신축조절 이음을 설치한다.

접착일체성이 없는 매설거푸집부재는 중성화 억제 효과가 기대되지 않으므로 거푸집을 내구성상의 피복두께로 할 수 없다. 따라서 접착일체성능을 확실하게 하기 위하여 얇은 매설거푸집에서는 배수공을 설치하는 것을 원칙으로 하여야 한다.

박락방지성능은 높은 인성매설거푸집의 이면에 접착장치를 설치하는 것이나 양재료의

계면부에 높은 인장강도 재료의 인터페이스를 설치하는 것이 요구된다.

거푸집간의 이음부는 매설이음으로 이음부에 응력집중을 방지시킨다. 매입이음은 별칭으로 충전접착 이음으로도 부른다. 높은 정도의 RM 유닛을 설치하여 얇은 소형거푸집을 구조적으로도 활용되는 것도 있다. 그러나 층높이 module 얇은 매설거푸집에서는 구조내력상 중요한 기둥·보에서는 거푸집의 구성비가 적고 내구성능 및 내화성능상 활용되면 충분한 것으로 구조용매설거푸집으로 되지 않는 것이 현실이다.

구조적으로 활용되지 않아도 현실적으로는 콘크리트부재의 성능향상에 효과가 있으므로 표준설계에 있어서는 내구성이나 균열방지 효과가 확실하게 향상된다.

나) 얇은 매설거푸집부재의 휨강도

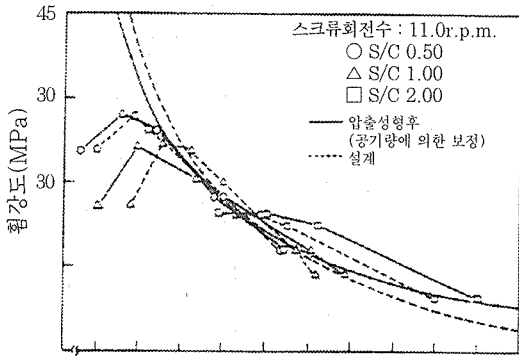
얇은 매설거푸집부재는 휨비강도로 70kgf/cm^2 단위밀도이상으로 되어야 한다. 그것도 휨강도는 균열강도로 되어있는 것이다.

단섬유나 철근을 넣어도 균열강도는 그렇게 향상되는 것은 아니다.

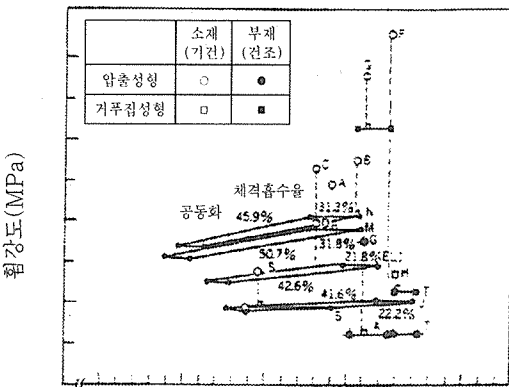
균열강도를 향상시키기 위하여는 성형방법을 압출성형시키든가 무기질혼화제나 수지계 혼화제를 고강도를 얻을 목적으로 개발된 재료를 사용하는 것이 현실적으로 유효하다. 성형방법과 재료적인 방법을 조합시키므로써 고강도 무기재료가 제조된다.

[그림 49]에 압출성형된 표준적인 시멘트계 재료의 휨강도와 물-시멘트비와의 관계를 도시하였다.

물시멘트비 30%정도로 하는 것에 의하여 소형압출성형기로도 270kgf/cm^2 정도의 휨강도를 얻을 수 있다. [그림 50]에 실제제조기에 의한 압출성형부재의 밀도와 휨강도와 의 관계를 도시하였다. 경량고강도 거푸집재



(그림 49) 시멘트계 압축성형재료의 휨강도와 물시멘트 비와 관계¹⁵⁾



(그림 50) 실제생산시설에 의한 시멘트계 압축성형부재의 휨강도와 밀도와의 관계¹⁵⁾

료가 가능하다.

다) 얇은 거푸집부재의 내구성능

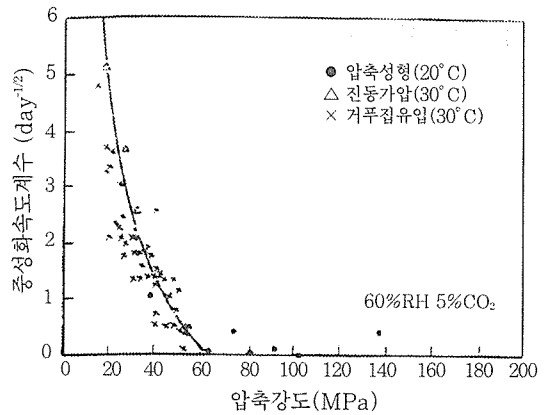
시멘트계 압축성형부재와 소형 거푸집 부재에 사용되는 진동성형부재와 일반적인 거푸집성형콘크리트의 중성화속도계수와 의 관계를 [그림 51]에 도시하였다.

얇은 매설형 거푸집부재의 대상으로 되는 정도의 재료는 압축강도도 크고 거의 중성화되지 않는 것이 밝혀졌다. 매설 거푸집으로서의 구체보호성능이 우수하다.

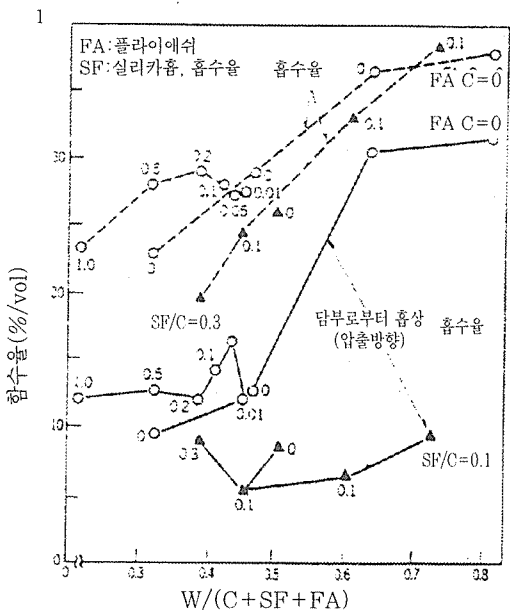
또한 시멘트계 압축성형재료의 흡수성 수

분흡상성과 물시멘트비와의 관계를 [그림 52]에 도시하였다.

현실적으로 구성재료의 연구에 의하여 흡수성 및 수분의 흡상성이 크게 변화하는 것이 명확하게 나타난다. 특히 실리카흙의 효과가 현저하다. 최근에는 실리카흙을 혼입한 콘크리트제품의 온수양생방법에 의하여 높은 휨강도를 얻을 수 있다는 연구가 발표되어 주목된다.



(그림 51) 각종성형방법에 의한 시멘트계 재료의 중성화속도계수와 압축강도¹⁵⁾



(그림 52) 시멘트계 압축성형재료의 흡수율 수분흡상성상¹⁵⁾

[표 11] 각종중요항목에 의한 비교²⁵⁾

비교항목	종래 콘크리트	초조강감수콘크리트
1. 강도발현	① 설계 강도 : 타설 후 14~28일 정도 ② 거푸집 : 타설후 3~4일 (그림53,54참조)	① 설계강도 : 타설후 2~3일 ② 거푸집 : 타설후 15시간(하기), 30시간(동기) (그림53,54참조)
2. 거푸집공사	① 거푸집, 동바리 : 2~3층을 받음 ② 대형거푸집수 : 2세트필요 (50kgf/cm ² 확보가 다음 다음날)	① 거푸집, 동바리 : 1층 받음 ② 대형거푸집 : 1세트 (50kgf/cm ² 확보가 15시간(여름철), 30시간(겨울철))
3. 공 기	① 거푸집 해체 : 14~28일 정도 ② 표준공기	① 거푸집 해체 : 타설후5일 최상층의 마무리공사 조기착수 ② 단축공기 : 7~10일정도(조립된철근, 대형거푸집 PC의 병행하여 사용)
4. 비 용	① 거푸집해체강도의 발현이 늦기 때문에 대형 거푸집의 세트수는2세트 ② 거푸집, 동바리는2~3층분 필요 목수일의 재료상으로는 2층분 필요 ③ 공기에 의한 시행주의 금리부담이 큼	① 대형거푸집의 세트수가 1/2로 된다(콘크리트의 단가증가분을 고려하여도 cost down 됨) ② 동바리가 1층으로 좋고, 거푸집재료비 및 재료증가 등의 인건비삭감이 도모된다. ③ 공기단축(7일 사이클로되면 현재의 약1/3정도)로 된다 금리 cost down이 크다 ④ 콘크리트품질을 높여 시공성 내구성확보
5. 품 질	① 조강시멘트를 사용하면 균열이발생 ② 조강유동화의 경우 품질 관리가 번잡	① 균열저항성은 통상과 동등 이상 ② 현장에서 품질관리가 용이

7) 결론

건설분야의 현실적인 문제점들인 내구성 기능인력부족 시멘트의 계절적인 수급불균형 레디믹스트콘크리트공장의 계절적인 경영성 사회간접자본시설의 공기단축 등을 종합적으로 해결하기 위하여는 체계적이고 거국적인 연구검토가 요구되는 분야이다.

4. 공기의 단축

가. 초조강감수콘크리트 이용의 이점

건설공사의 공기를 지배하는 요인은 많고 또한 이들은 상호관련을 가지고 있다. 콘크리트의 초조강성을 가지는 것은 다른 관련요인의 합리화 촉진 등 파급효과도 포함하여 공기 단축에 큰 역할을 하게 된다.

[표 11]은 재래 콘크리트를 사용한 경우와 초조강감수콘크리트를 사용한 경우와를 여러 관점에서 비교한 것으로 건축공사의 많은 실시예를 가지고 작성한 것이다. 이 표에서 보는것과 같이 어느점에서도 재래콘크리트에 의한 공사와 비교하여 유리성이 인정된다.

이 콘크리트를 사용한 경우의 구체적인 공기에 대하여는 유효이용의 관점으로부터 관련공사내용에 대응하여 주로 다음 2가지를 통하여 이용법이 고려된다(그림 55, 56).

① 건물전층에 이용한다.

이 경우는 거푸집공사 배근공사 등이 전체 콘크리트의 초조강성에 보조를 맞추어 전체로 시스템화시키는 것이 필요하다.

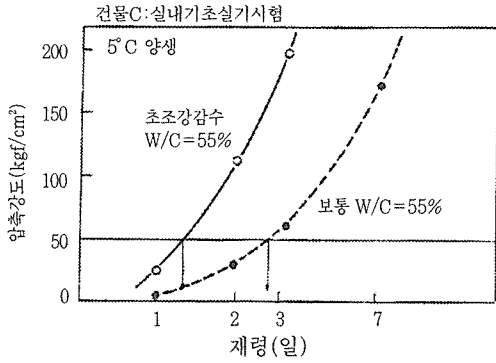
② 최상부 2, 3층에 사용

이 경우는 이들보다 아래층은 동바리를 2,3층쯤 나가는 것으로부터 진행 종래의 공법을 그대로사용 상부2층정도의 콘크리트 강도 발현시까지 기다리는 시간을 절약시켜 마지

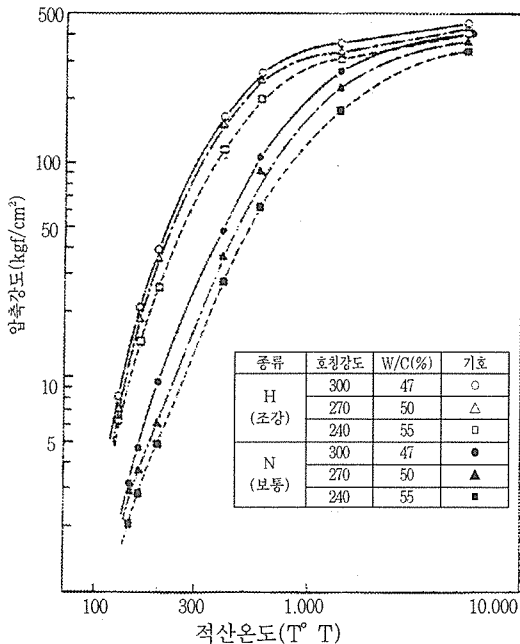
막으로 어려움에 들어가는 기간에 여유를 주는 방법이다.

나. 초조강감수콘크리트의 이용예

선진국에서는 10여년전부터 조강유동화콘크리트라 부르는 시공예가 많다. 여기서는 초조강감수콘크리트로서 최근의 예를 비교하였다. 단위수량은 170~180 kg/m³ 단위시멘트량은 315~346 kg/m³로 보통콘크리트와 비교하여 적다. 물시멘트비는 52~55%로서 슬



(초기강도발현상황):적산온도

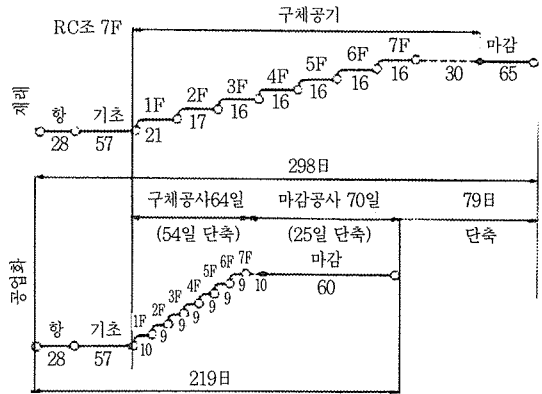


(그림 53) 재령과 강도(거푸집제거용)³⁵⁾

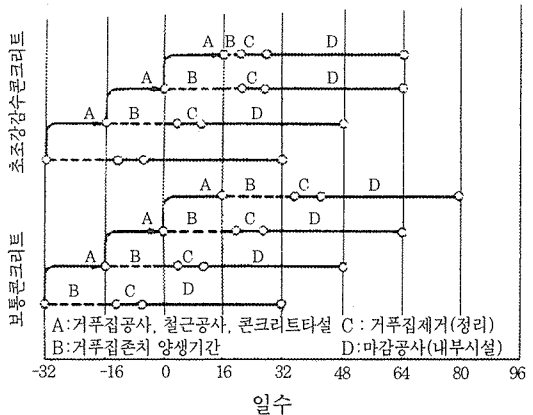
럼프 약20cm가 얻어져 강도에 대하여도 거푸집제거강도 설계기준강도가 얻어졌다. 28일 강도는 400~500kgf/cm²로 되었다.

거푸집제거강도(50 kgf/cm²) 발현상황을 [그림 53]에 설계기준강도를 [그림 54]에 도시하였다.

초조강감수콘크리트의 목적으로 되어있는 공기단축에 대하여는 철근콘크리트 7층건물 종래 현장타설공법에 의한 D건물에 대하여



(그림 55) 7층 건물의 경우 공기비교³⁵⁾



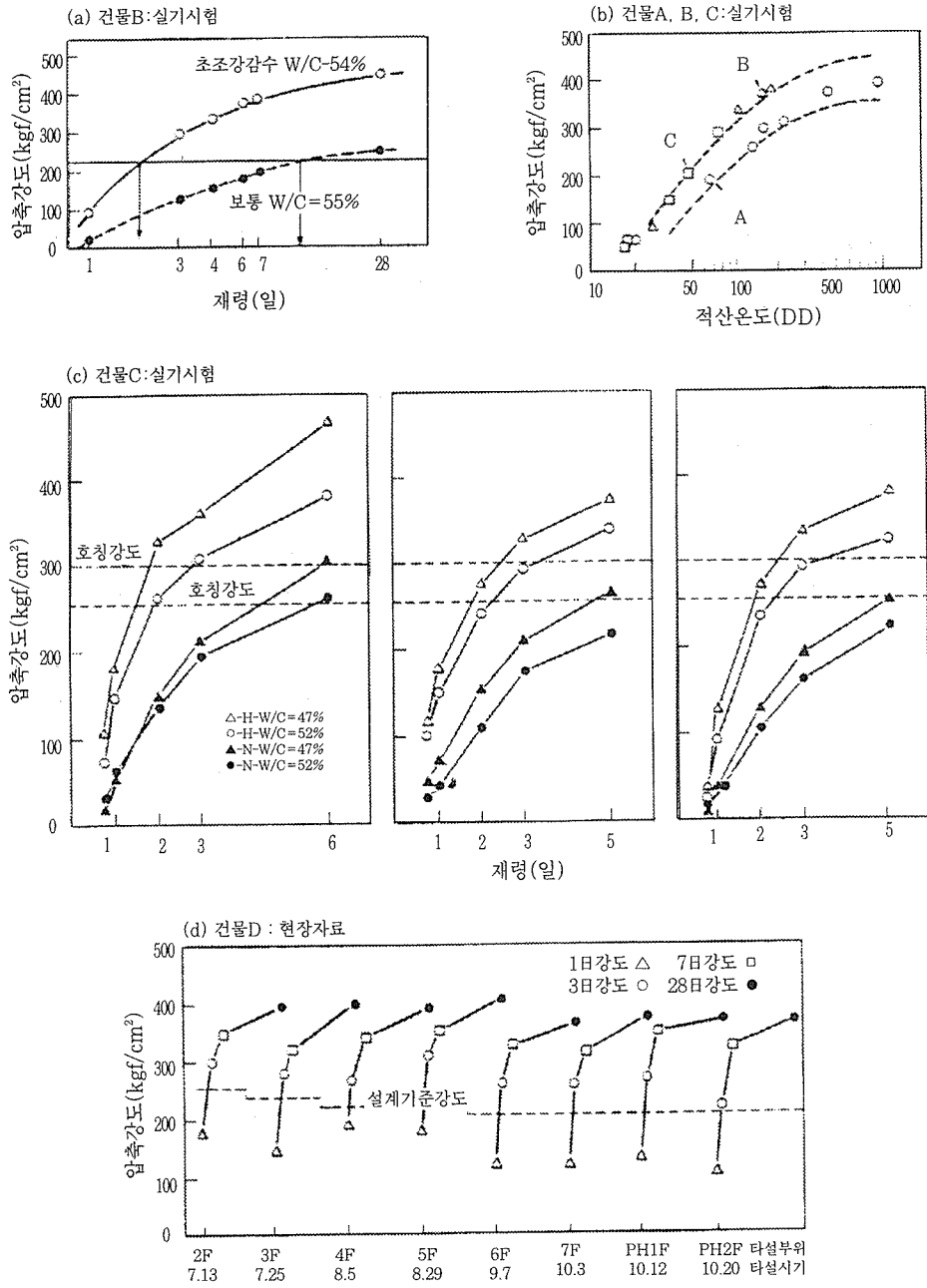
(그림 56) 상층2층에 적용한경우의 공기비교³⁵⁾

[그림 55]에 공기의 비교를 도시한 것이나 각 층의 시공속도는 16일로부터 9일로 단축되어 전공기는 298일이 219일로 약80일쯤 단축된다.

[그림 56]은 앞의②의 사용쪽을 상정한 경우의 예를 인용한 것으로 일본건축학회의 초조강콘크리트지침의 그림을 인용한 것이다. 여기서는 최상층 2층에 사용한 경우를 비교한 것이나 80일이 64일로 단축되었다.

다. 1층5일 (토, 일요일 2일완전주휴)
시공실현

"나" 항에서도 나타낸 것과 같이 건물1층



(그림 54) 재령과 강도(기준강도 목표)³⁵⁾

시공속도는 현재 약14일 빨라야 12일이 당연한 것으로 되어있다. 여기서는 평면적으로 특히 대규모가 아닌 20~30층정도의 철근콘크리트 고층빌딩을 상정하여 1층5일 그리고 1

주간에 잔업없이 1층을 올리는 것으로 시책을 수립하는 것으로 하였다.

여기서는 기왕의 일본에서 실시예를 설명한 것이지만 계획설계시부터 배합설계에 의

하여 고품질콘크리트를 제조하고 PCa매설형 거푸집을 사용하고 철근가공조립도 계획적으로 정비된 가공시설에 의하고 조립도 중기로 설치한다면 그이상도 단축할 수 있다. 이렇게 말하면 대부분의 기술자는 1층5일 시공속도는 현실적으로 어렵다. 먼저 불가능한것이나 다르지 않다고 할 것이다. 그러나 확실한 실시예를 근거로 기술하는 것이다. 미국에서는 500~600kgf/cm²의 현장타설 고강도콘크리트 시공으로 되어 있을뿐만 아니라 잔업없이 1층5일을 10년 전에서부터 실시하였다. 최근에는 1층3일에도 시도하였다.

1층5일 시공속도로 현장의 2일주말휴무제를 실현하기 위한 대책으로 실시하지 않으면 안되는 사항을 열거하면 다음과 같다.

① 시공이 용이하게되는 단순명쾌한 구조를 설계측으로부터도(구조적측면뿐만아니라 내외장측면)고려 한다.

② 슬래브, 보는 물론 기둥도 프리캐스트의 half PCa부재로 한다(거푸집, 동바리작업 생략). 기둥은 될 수 있는 한 full precast 로 한다. 이것에 의해 이 작업이 가지는 것 이외 자재의 반입반출 및 산재상태가 없고 현장은 상당히 간결하고 청결하게 된다.

③ 배근에 대하여는 보,기둥의 주철근은 넛트슬리브철근으로 현장에서는 배근작업은 없고 카풀러 등에 의한 이음작업이 시행된다. 슬래브의 상단철근은 용접금망 철근격자를 사용한다. 그리고 현장에서 철근관련 작업은 특수기능을 일체 필요하지 않는 내용으로 한다.

④ 벽은 현장타설 일체식 내력벽으로 되지 않으면 안된다. 그러므로 거푸집일체식 프리캐스트벽으로 한다. 또는 내력벽에 대신하여 철골로 한다. 곳에따라서 주위에 극단적으로 큰 PC강재로 한다.

⑤ 콘크리트는 2~3일에 소요의 강도가 얻

어지는 초조강감수콘크리트를 사용한다. 이것에 의하여 그 뒤 주간일정에서 기술하는것과 같이 5일째의 금요일에 콘크리트를 타설하면 다음 월요일에는 소정의 설계기준강도가 얻어지는 상태가 된다.

⑥ 콘크리트 타설은 소형주행크레인을 사용한 펌프타설을 2~3인으로 시행한다. 타설용 관은 소형주행크레인에 장착 (배근한 슬래브위는 절대 이동시키지 않는다), 토출구는 수직으로 전후좌우상하의 이동 및 토출 정지 등의 조작은 손가락으로 조작버튼에 의한다. 관토출구부에는 진동기도 장착 버튼조작을 시행하는 것이 좋다. 소형주행크레인의 이동은 대형크레인으로 한다.

이와 같은 장치도구로 콘크리트를 타설하면 층을 바꿀때는 사람이 필요한 것으로 알려져 있으나 타설작업할때는 2~3인 그것도 여성으로도 쉽게 할 수 있다.

이 소형주행크레인을 사용한 타설공법이 1층 5일 시공을 실현하기 위하여 가장 중요한 요점으로 된다(철골철근콘크리트구조에서는 철골이 위쪽에 조립되어있기 때문에 어렵다).

이상과 같은 전제로 1층5일 작업내용을 다음과 같이 정리할 수 있다.

제1일 : 기둥half부재의 설치, 보 half부재 설치

제2일 : 보 half부재 설치, 주철근이음작업

제3일 : half slab 설치

제4일 : 슬래브상단철근 배근, 콘크리트타설 준비

제5일 : 콘크리트타설, 슬래브마감

제6일, 제7일 : 휴무 (콘크리트 양생)

이와 같이 거푸집설치부터 시공에이르기까지 계획을 1층5일 완전 주말2일휴무실시에 초점을 맞추어 실시하면 계획보다 용이하게 실현된다 (미국에서는1층3~5일의 속도로 되어있는 것을 인식할 필요가 있다). 현장에서

즐겁고 완전주말 2일휴무를 실현하는 이외에 전체공기의 대폭적인 염려 없이 몇 할을 동시에 단축도 가능하다. 예를 들면 지금까지 공법으로 1년 걸리던 것을 3개월 단축시키게 되면 그 단축기간의 1개월은 지금까지 충분한 시간이 없어 검토를 시행할 여유없이 시행되었던 것을 설계나 시공계획의 시간에 1개월은 기후의 예측하지 못하였던 사태에서의 공기의 지연에 사용되어(시공은 될 수 있으면 전천후형으로 하는데 있다) 또, 1개월은 준공 인계하여 사용할 시기를 빠르게 하면 1석 몇 조의 성과가 얻어 진다.

또한 토목공사에 있어서도 선진국에서는 시공예가 많다. 초조강감수콘크리트는 그 제조방법이 반드시 조강시멘트에 의하여만 가능한 것은 아니다. 보통포틀랜드시멘트를 사용하여도 고성능감수제를 적절하게 사용하여 배합설계하면 1일강도가 300kgf/cm² 이상 발휘되므로 배합설계기술만 확립되면 가능하다. 토목공사의 경우 교각은 슬립폼공법에 의한 경우가 많았으나 최근에는 해협대교 등 가혹한 환경에 설치되고 내구성·경관·안전성·공기단축·기능인력절감 등 때문에 PCa 매설거푸집에 의한 공법이 채택되고 있다. 예를 들면 본주사국연락교의 명석해협대교, 남북비찬호대교, 래도대교와 기노천대연공사 등에 적용되었다. 이들 공사는 초대형공사이기 때문에 지금까지의 공법으로는 해결하기 어려운 문제점도 있기 때문에 고내구성 고품질의 확보와 시공속도 단축 등 종합적인 검토에 의거 채택된 것이다.

5. 결 론

초조강감수콘크리트의 배합설계이론에 관하여는 어떤 특허도 없으므로 아무라도 이런 콘크리트를 사용할 수 있다. 실제의 공사에

있어서는 해당공사의 계획설계내역 여러 가지 조건이 관계되므로 공기단축이 필요없는 경우도 있다. 그러나 사회간접자본시설은 지금까지의 내구성 내용연한개념은 재정립되어야 할 것이고 환경의 악화와 공용성 때문에 무한의 내구성을 요구하게되며 지구환경 에너지위기 자원절약 외부경제에 미치는 영향 등 모든 조건이 장래에 큰 기술의 흐름을 공기단축 고내구성의 움직임으로 나아가게 하고 보다 저렴하게 보다 빠르게 제공하는 것은 사회로부터 요구이며 21세기 국제경쟁력의 관건이 될 것이다. 이에 대하여 폭넓은 기술력으로 대응하는 것이 우리 기술자들의 책임이다.

콘크리트에 재령이 없이 타설종료후 즉시 설계기준강도에 달하도록 하는 것이다. 이는 현대과학문명을 총동원하여 실현시켜야 하는 과제를 안고 있는 것이다.

오늘날 사회간접자본시설의 내구성 문제나 품질문제는 기술적으로는 거의 완벽하게 처리가 가능하므로 의식과 제도의 개선이 선행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 鈴木計夫 卷頭言:座標軸の削除と新設, 콘크리트工學 1987.7
2. 鈴木計夫 卷頭論設:建築における 콘크리트技術 5つの提案, 세멘트 콘크리트 1986.6
3. 日本建築學會編 超早強ポルトランドセメントによる 콘크리트調合設計 施工指針案 1977年
4. 鈴木, 中川, 星野, 福嶋, 今川, 加藤, 中嶋, 村上, 早強セメントを用いた流動化 콘크리트에關する研究(その1~3), 日本建築學會大會講演梗概集 pp243~248, 1983.9(北陸)
5. 鈴木, 中川, 星野, 常松, 高流動化濟の工期短縮への應用に關する實驗的研究, 第6回 콘크리

- ト 工學年次講演會論文集pp.13~16,1984
6. 常松, 中岡, 富田, 早強, 流動化콘크리트의 8階建RC建物への應用, 施工, 1986.7
 7. 常松, 今川, 牧, 青山, 伊井, 早強減水콘크리트의 基礎的性狀と實構造物への適用, 日本建築學會 大會學術講演梗概集, 1994.9(東海)
 8. 古島 鈴木, 大野, 中川, 高性能AE減水濟を用いた早強セメント・コンクリートの收縮ひび割れ抵抗性能, 콘크리트工學年次論文報告集 VOL.15, NO.1, 1993
 9. 日本建築學會編, 鐵筋콘크리트構造計算規準・同解説, 1988改定
 10. CEB FIP, CEB FIP Recommendation internationales pour le calcul et l'execution des ouvrages en beton, 1970
 11. 鈴木計夫, 鐵筋콘크리트・プレ스트レスト・콘크리트設計計算入門, 7.5 斷面の選定(その2, 建築)콘크리트ジャーナル, 1973.10
 12. 日本建築學會編, 鐵筋콘크리트構造計算規準・同解説, pp120~130, 1979
 13. 山本康弘, 콘크리트製型枠工法の種類と實態セメント・콘크리트 NO. 582, 1995.8
 14. 出光 隆, 土木構造物における콘크리트製型セメント・콘크리트 NO 582, 1995.8
 15. 馬場 明生, 建築物におけるセメント系薄肉打翔み型枠構工法
 16. 徳永 剛平, 本州四國連絡橋における厚肉콘크리트製型枠セメント・콘크리트 NO .582 1995 .8
 17. 藤野健一, 米村克己, 一休型厚肉プレキャスト型枠の試験施工, セメント・콘크리트 NO.582, 1995.8
 18. 윤상대, 배수호 콘크리트용 대체골재개발에 관한 연구. 농어촌진흥공사 농어촌연구원 1994
 19. 윤상대·우수한 유동성을 가진 고강도콘크리트의 특성과 재료설계. 레미콘 통권44호. 1995.7
 20. 윤상대, 최신콘크리트기술 통권45호. 1995.10
 21. 윤상대, 콘크리트 품질개선을 위한 배합설계의 개선요점. 농공기술 No47, 1995. 6
 22. 윤상대, 배합설계상의 현장콘크리트 품질개선방안. 한국콘크리트 학회지 VOL7 No2, 1995. 4
 23. 윤상대, 고유동콘크리트의 매카니즘을 중심으로한 현상과 전망. 한국콘크리트학회지 VOL7 No5, 1995.10
 24. 윤상대, 일본의 콘크리트구조물 특수, 보강. 한국콘크리트학회지 VOL7 No6, 1995.1
 25. 윤상대, 매스콘크리트 온도균열제어를 위한 수치계산방법. 농공기술3권3호 1993. 9.
 26. 윤상대, 액체질소(LN₂)를 사용한 콘크리트의 프리쿨링공법. 농공기술3권4호. 1993.12.
 27. 윤상대, 콘크리트 펌퍼빌리티 평가법. 농공기술 통권44호. 1994.10
 28. 윤상대, 건설업의 QM확산방안·품질경영 제31권2호. 통권 269호. 1996. 2
 29. 윤상대, 병행진행공법에 의한 강섬유보강콘크리트라이닝의 한계상태설계법. 한국콘크리트학회지 VOL. 8, No.4 1996. 8.
 30. 윤상대의 1인 산사 및 해사를 사용한 모르타콘크리트의 특성. 한국콘크리트학회지 VOL. 5, No.3, 1993. 9.
 31. 윤상대의 3인 해사를 사용한 고품질콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구. 대한토목학회 학술발표논문집(I) 1994.
 32. 鈴木計夫 工期短縮への道, 세멘트・콘크리트. No.584 1995.10.
 33. 윤상대의 3인 고성능감수제를 사용한 콘크리트의 품질특성에 관한 연구. 한국콘크리트학회지 VOL6, No.6, 1994.12.
 34. 飛坂基夫 高性能(AE)減水劑を用いた高強度・高品質콘크리트의 諸性質 세멘트・콘크리트 No.548 1992.10.
 35. 鈴木計夫 工期短縮への道, 세멘트・콘크리트

- 리트, No.585 1995.11.
36. 飛坂基夫 高性能(AE)減水劑を用いた高强度・高品質コンクリートの諸性質 セメント・コンクリート No.549 1992.11.
37. 윤상대의 3인 혼화재를 혼입한 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구. 한국콘크리트학회 봄학술발표회 논문집 제8권 1호(통권14집) 1996. 5.
38. 윤상대의 3인 온수양생법에 의한 휨강도 개선에 관한 실험적 연구. 대한토목학회 1996 연도 학술발표회 논문집(I) 1996. 11.
39. 윤상대의 3인 양겨재를 혼입한 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구. 한국콘크리트학회 가을학술발표회 논문집 제8권2호(통권15집) 1996. 11.
40. 윤상대의 3인 콘크리트용 혼화재의 특성에 관한 실험적 연구. 한국콘크리트학회 가을학술발표회 논문집 제8권2호(통권15집) 1996. 11.

