

레미콘 제조 및 시공기술의 동향

Technology of Ready-Mixed Concrete Manufacturing and Construction



임 창 덕*

1. 서 론

흙과 물이 접하는 장소에서 사용될 수 있는 콘크리트는 토목·건축 구조물에 있어서 특별한 의의를 갖고 있으며 콘크리트 제조와 시공은 독자적인 기본기술로써 발전하여 왔다.

최근의 건설공사에서는 대형화, 고층화 및 지하화된 구조물이 증가하면서 시공의 인력절감·효율화를 목표로 고도의 기술을 요하는 구축법이 개발되고 있으며 젊은 노동자 및 숙련된 노동자의 부족등 건설업 주변의 사회환경변화와 전자공학의 발전등에 힘입어 시공분야에도 변화가 일고 있다. 이러한 사회적 필요에 의해서 콘크리트의 성능에 대한 요구도 고도화·다양화 되고, 그 품질확보의 신뢰성 향상이 요청되고 있다.

본 장에서는 콘크리트의 대부분을 차지하고 있는 레미콘의 제조과정상의 품질관리와 레미콘 시공에 대해서 기술하고 아울러 국내의 특수콘크리트 개발 현황을 기술하고자 한다.

2. 레미콘의 품질 관리

2.1 제조 공정상의 품질 관리

레미콘 제조는 타제품의 제조공정과 같이 원료를 가공·조립하여 제품으로 만드는 복잡한 공정이 아니고 단순히 원료를 계량하여 혼합하므로 재료관리를 충분히 하면 품질관리는 고도의 기술이 없어도 이루어질 수 있다. 레미콘 제조공정에서 행해지는 품질관리의 개요는 그림 1과 같이 요약할 수 있다.

그림 1에서 굵은선內 부분은 레미콘의 품질관리에 있어서 가장 중요한 부분으로 골재의 품질관리가 중요함을 알 수 있다. 콘크리트 특성상 불균질한 골재가 대량(약 70-80%)사용되므로 골재의 품질에 의해서 콘크리트의 품질이 좌우되는 것은 당연하다. 또한, 원재료 수급측면에서 보더라도 시멘트와 혼화제(제)료등은 일정한 품질 수준을 유지하는 규격화된 공장제품이지만 골재의 경우는 그 종류 및 크기, 입도, 입형등 많은 품질요인이 일정하게 관리될 수 없으며 최근처럼 골재난으로 불량한 쇄석, 쇄사 및 해사등이 대량 사용되고 있는 상황에서는 골재에 대한 품질관리가 곧 콘크리트 품질관리의 가장 큰 비중을 차지한다고 볼 수

* 정희원, 쌍용양회(주) 중앙연구소 콘크리트연구실장

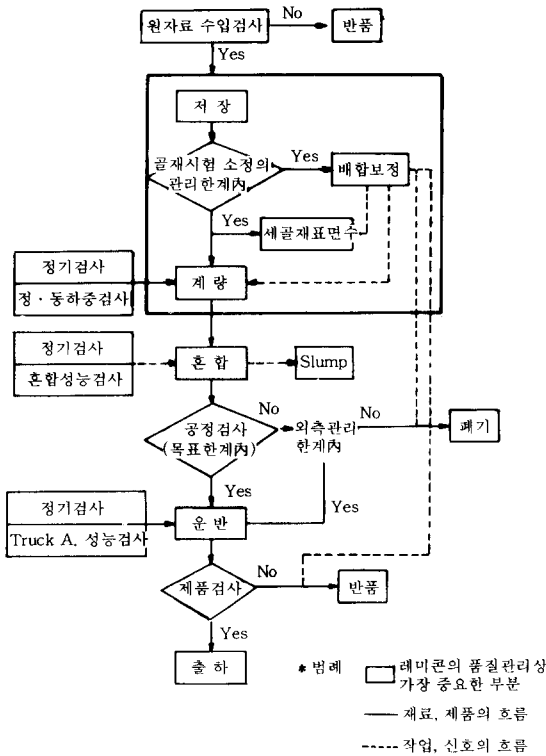


그림 1 제조공정 및 품질관리 Flow

있다.

한편, 레미콘 공장에 수입되는 골재는 품질관리 방식에 따라서 그림 2의 방법 A와 B와 같이 레미콘 품질관리 방식에 차이가 있다.

그림 2의 각 방법을 비교하면 표 1과 같다.

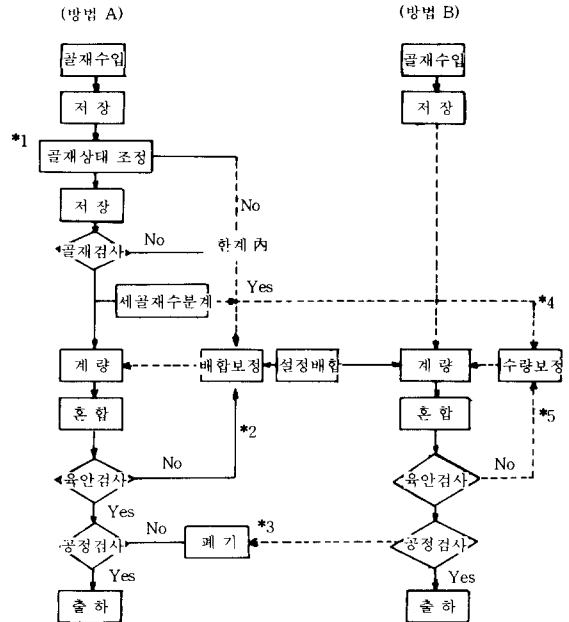


그림 2 골재관리에 의한 레미콘 품질 관리 방식

표 1 골재관리에 의한 레미콘 품질 관리방식의 비교

방법	품질관리방법	조정해야할 점	조정 방법	문제점	특징
A	골재의 품질, 상태를 소정의 관리한계내에 관리하여 이용하는 방법	- 골재의 입도, 실적율, 표면수율 세 척도 - 콘크리트는 水量, Slump, 공기량	- 골재의 입도, 실적율, 세척 손실량은 체가름 등으로 조정 - 골재의 표면수율은 수제한, 또는加水에 의해 조정(조골재포함)	조골재의 표면수율 자동보정화가 이루어지고 있지 않으며 그 안정화가 Key Point 임	- 단위수량의 변동이 적으므로 그 만큼 압축 강도의 변동이 작다. 따라서, 배합강도를 적게 설정할 수 있다. - 골재상태가 안정해 있으면 Slump의 변동수분량 * 을 보장하는 관리방법도 가능 (* 변동은 표면수율의 측정 오차로 간주)
B	골재를 입하한 그대로 (품질 상태를 관리하지 않은 상태) 이용하여 만들어진 레미콘의 Slump, 공기량의 시험결과 (目測포함)로부터 水量 및 공기량을 조정하는 방법	- 골재는 입하상태 그대로 사용함 - 콘크리트는 水量, Slump, 공기량	- 골재의 표면수율 측정 - 콘크리트의 Slump, 공기량을 확인해야하고 강도 시험도 A 방법보다 빈번히 실시해야 한다.	자동수분계를 부착해도 표면수율 이외의 요인으로는 Slump가 변동하기 때문에 단위수량의 변동을 관리할 수 없다.	方法A에 비해서 골재의 상태 변동이 크기 때문에 단위수량의 평균치 및 변동폭도 크고, 그 결과 압축강도의 변동폭도 크게 되기 때문에 배합강도를 A 방법보다 크게 설정해야 한다.

그림 2 및 표 1로부터 레미콘 품질관리는 골재의 표면수관리가 가장 중요한 관리 point임을 알 수 있다. 따라서 변동이 심한 세골재의 표면수를 안정적으로 관리하기 위해서는 입하되는 세골재를 Silo에 저장 관리함과 동시에 표면수를 자동측정으로 Real Time의 배합 보정이 가능해야 한다.

현재의 레미콘 공장에서는 이상적인 제조공정으로써 방법 A을 따르고 있는 곳은 없지만 골재 생산자의 협력으로 골재의 품질 상태가 안정한 것

만을 입수할 수 있는 공장에 있어서는 골재의 상태를 조정하는 설비를 갖추고 있지 않아도 결과적으로 방법 A에 가까이 할 수 있다고도 판단된다. 그러나 골재의 사용량이 많고 같은 크기의 것을 복수 생산자로 부터 입수해야 하는 도시지역의 레미콘 공장에서는 방법 B로 레미콘을 제조하고 있는 것이 현실이다.

방법 A는 설비의 증설, 용지의 확대등 많은 투자가 따른다. 특히 도시지역에 있어서 공장부지 확보, 환경보전대책(공해방지 설비는 물론, 공장

표 2 콘크리트의 품질 관리 현황 요약

항 목	시험방법	관리조건	비 고										
<ul style="list-style-type: none"> 강도 	KSF 2403 <ul style="list-style-type: none"> 시편제작 <ul style="list-style-type: none"> 압축강도 : 원통형 mold ($\phi 10, \phi 15$) 휨강도 : Beam mold ($15 \times 15 \times 55\text{cm}$) 탈형 <ul style="list-style-type: none"> - Sampling 후 24시간 경과시 Capping <ul style="list-style-type: none"> - 시멘트 또는 유황을 이용 공시체표면을 고르게 함 양생 <ul style="list-style-type: none"> - $20 \pm 3^\circ\text{C}$의 수중에서 소요재령까지 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 1축 압축 재하로 공시체가 파괴될때의 하중 	<ul style="list-style-type: none"> 1회 시험결과 <ul style="list-style-type: none"> - 3개 공시체의 평균치가 호칭 강도 이상 3회 시험결과 <ul style="list-style-type: none"> - 9개 공시체의 평균치가 호칭 강도 이상 * 1회 시험이라함은 공시체 3개의 결과치 * 압축강도 = $\frac{\text{최대하중}}{\text{공시체단면적}} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ 	비파괴시험법 <ul style="list-style-type: none"> - Hammer Test - 초음파 Test - Core Test 										
<ul style="list-style-type: none"> Slump 	KSF 2402 <ul style="list-style-type: none"> Slump cone뿔이 올랐을 때 Slump cone내부의 콘크리트가 허물어지는 높이 	(단위 : cm) <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>지정 Slump</th> <th>허용차</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.5</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>5-6.5</td> <td>± 1.5</td> </tr> <tr> <td>8-18</td> <td>± 2.5</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>± 1.5</td> </tr> </tbody> </table>	지정 Slump	허용차	2.5	± 1	5-6.5	± 1.5	8-18	± 2.5	21	± 1.5	
지정 Slump	허용차												
2.5	± 1												
5-6.5	± 1.5												
8-18	± 2.5												
21	± 1.5												
<ul style="list-style-type: none"> 공기량 	KSF 2409 <ul style="list-style-type: none"> 수주식 압력방법 중량방법 공기식 압력방법 	(단위 : %) <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>허용차</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>보통콘크리트</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>포장용콘크리트</td> <td>± 1.5</td> </tr> <tr> <td>경량콘크리트</td> <td>± 1.5</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	허용차	보통콘크리트	± 1	포장용콘크리트	± 1.5	경량콘크리트	± 1.5	<ul style="list-style-type: none"> 공기량 1% 증가시 - Slump : 약 1.5cm \uparrow - 강도 : 약 5% \downarrow 		
구 분	허용차												
보통콘크리트	± 1												
포장용콘크리트	± 1.5												
경량콘크리트	± 1.5												
<ul style="list-style-type: none"> 용적 	<ul style="list-style-type: none"> 단위용적 중량에 의한 용량측정 	<ul style="list-style-type: none"> 납품서 용적보다 적어서는 안된다. 											
<ul style="list-style-type: none"> 염화물량 	KSM 0100, 0013 <ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 블리딩수를 이용한 질산은 적정 전극을 이용한 전위차 적정법(기계적 측정법) 	(단위 : kg/m^3) <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>허용차</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>표 준</td> <td>0.3이하</td> </tr> <tr> <td>구입자승인시</td> <td>0.6이하</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	허용차	표 준	0.3이하	구입자승인시	0.6이하					
구 분	허용차												
표 준	0.3이하												
구입자승인시	0.6이하												

표 3 레미콘의 품질관리, 검사

품 질	시험·검사의 시기		
	제조사 (레미콘 공장) 제조시의 품질 (사내규격)	타설시 (타설지점) 지정품질 (KSF 4009 4, 품질)	시공사 (지장이 없는 한 타설지점) 구조체의 품질 (시방서)
실 시 자	레미콘 제조업자	레미콘 제조업자	구입자(시공사) 시 공 자
목 적	레미콘 제조업자가 출하하는 콘크리트의 품질관리를 위한 시험	레미콘의 제품검사 ↓ 납입하는 레미콘의 품질 확인과 증명	레미콘의 수입검사 ↓ 사용하는 레미콘의 품질 확인 ↓ 기부집 제거시기 판정등
방 법	KSF 4009 7.5품질관리 →Slump, 공기량, 염화물량, 강도, 단위용적중량	KSF4009 9, 검사 →Slump, 공기량, 염화물량, 강도	* 구조체 콘크리트의 압축 강도 검사 → 현장 수중양생 또는 밀봉 양생에 의한 압축강도

부지가 소정 면적 이상으로 되는 것과 녹화면적의 확보도 필요하게 된다)을 시행해야 하며 설비의 증·개설도 용이하게 할 수 없는 것이 다수의 레미콘 공장이 처해 있는 실정이다.

2.2 제품의 품질 관리

소비자가 요구한 레미콘이 제품으로써 현장에 도착했을때 한국 공업 규격에 의한 품질관리 현황은 표 2와 같으며 각 항목의 품질확인과 보증을 위하여 레미콘 제조 시험과 검사 시기 및 실시자를 구분하면 일반적으로 표 3과 같다.

2.3 조기 품질판정법의 개발 동향

콘크리트는 재료의 품질, 배합, 혼합, 운반법, 타설법 및 양생법까지 일련의 과정이 일정한 규정에 따라서 시행되어야 하며 재료의 품질에서 운반까지는 레미콘 제조업자가 책임을 지고, 타설 이후는 시공업자가 책임을 분담함으로써 양자의 협력으로 양호한 콘크리트의 제도가 가능하다.

이때, 레미콘 구입자가 제조업자로 부터 상품을 구입할 때 지정하는 주요한 품질항목은 작업성, 공기량, 염화물 총량 및 강도이고 그중에서 작업성, 공기량 및 염화물 총량은 현장에서 만족여부를 확인할 수 있지만 구입자가 가장 중요시 여기

는 강도의 경우 28일 후에나 품질 만족여부를 알 수 있다.

한편, 구입자가 지정한 강도를 보증하기 위해서 재령 28일 공시체와 함께 재령 7일 공시체도 채취해서 재령 7일 공시체의 강도 측정 결과로부터 재령 28일의 콘크리트 강도를 추정할 수 있으며 fresh concrete의 bleeding 水를 채취해서 질산은 적정법등으로 염화물 함량을 측정하는 방법들이 개발되었다.

본장에서는 구입자가 레미콘 제품에 대한 수입 검사의 목적으로 사용할 수 있는 콘크리트강도의 조기 신속판정 시험방법과 염화물 총량의 간이 신속시험법등을 기술하기로 한다.

1) 콘크리트 강도의 조기신속판정 시험법

콘크리트 강도의 조기 신속 판정방법은 그림 3과 같이 간접 판정방법과 직접판정 방법으로 분류되고 전자는 단위시멘트량의 시험방법, 단위수량의 시험방법, 물시멘트비의 시험방법등으로 구성되고 후자는 촉진 강도시험법으로 콘크리트의 온수양생법, 밀폐구속고온양생법, wet screening 한 모르타르의 촉진양생법등으로 구성되어 있다.

2) Fresh concrete중의 염화물에 대한 간이 신속측정법

콘크리트중에 규정 이상의 염화물이 포함되어

콘크리트
감도의
조기신속
판정시험

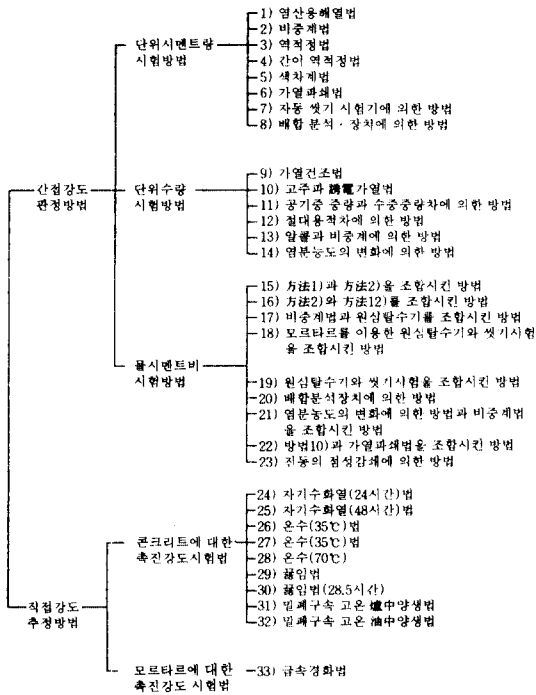


그림 3 콘크리트 감도의 조기 신속 판정 시험 분류

있으면 철근이 부식되어 구조물의 내구성을 저하시키는 요인이 된다. 최근 골재난으로 해사의 사

용이 일반화됨에 따라 해사의 염화물에 대한 총량 규제와 시험방법도 규격화되어 (KSF 4009-1991) 레미콘 출하지점에서 염소이온으로써 0.3kg/m³ 이하이어야 하며 다만 구입자의 승인을 얻은 경우 0.6kg/m³이하로 할 수 있다.

그러나 이 규격시험법에 의하면 콘크리트 생산에서부터 타설시까지 소요되는 1시간 전후에 염화물 총량을 판정할 수 없기 때문에 이를 해결하기 위해서 여러가지 간이 신속 측정법이 개발 활용되고 있으며 시험지법, 전기적 염분계법등으로 구별된다. 레미콘 타설 현장에서 사용할 수 있는 염분 측정기 현황은 표 4와 같으며 염화물 총량규제에 대한 품질 검사 활동이 실질적으로 이루어지기 위해서는 국내에서도 간이 신속염분 측정기의 개발과 이에 대한 검증활동이 요구된다.

3. 레미콘 시공기술

레미콘공장은 펌프압송공법의 보급, 콘크리트 혼화재와 고성능감수제등이 개발됨으로써 콘크리트의 품질과 용도를 고성능화 할 수 있으나 급격한 공사량의 증대는 펌프시공성 개선을 위해 단위수량의 증대를 초래하였고 천연 골재 자원이 고갈

표 4 콘크리트중의 염화물 측정기 현황

器 種	메 이 커	測定法
鹽分測定器 SALT-C-6	吉川産業(株)	電極電流法
鹽分測定計 QUANTAB	(株)小野田	硝酸銀滴定法에 準하는 檢知計法
鹽分測定器 CS-10A	(株)東亞電波工業	이온 電極法
鹽分濃度計 U-7CL	(株)堀場製作所	이온 電極法
鹽分測定計 SALT-99	(株)東興化學研究所	이온 電極法
鹽分濃度計 SALT-9II	(株)東興化學研究所	이온 電極法
SALMATE-100	朝日라이프사이언스	電量適正法
北川式 鹽分 檢知管SL型	光明理 化學工業(株)	硝酸銀滴定法에 準하는 檢知計法
鹽分濃度計 PCL-1형	(株)電氣化學計器	이온 電極法
鹽分濃度計 CL-1A	(株)理研計器	이온 電極法
鹽分濃度計 CL-203형	笠原化學工業(株)	이온 電極法
鹽分濃度計 AG-100형	(주)케트科學研究所	이온 電極法
檢知管 SALTEC	(주)가스테크	硝酸銀滴定法
鹽分濃度計 AD-4721	(주)다계다메디칼	銀電極法
鹽分濃度計 HS-5형	(주)間組	이온電極法
鹽分濃度計 EM-250	新 에스모스電氣(株)	이온電極法

됨에 따라 석산쇄석과 쇠사등 저품위 골재 사용이 콘크리트의 작업성 저하와 단위수량 증가로 콘크리트 구조물의 내구성 문제가 야기되어 사회적으로 문제가 되고 있다.

따라서, 콘크리트 구조물의 내구성을 확보할 수 있는 고품질의 콘크리트를 만들기 위해서 단위수량을 최소로 할 수 있는 각종 혼합방법이 개발되었다. 또한 각종 대형공사가 증가하면서 매스콘크리트의 온도균열을 막기 위한 온도균열제어 공법 및 각종 단순반복작업을 자동화함으로써 콘크리트 타설작업의 노동력을 절감하기 위한 로봇트와 공법등의 시공기술이 개발되고 있다.

3.1 레미콘 혼합공법

각 재료의 계량과 혼합이 주요 공정인 레미콘 제조기술은 혼합기술의 발달과 더불어 발전하여 왔으며 최근 10여년에 걸쳐서 비약적으로 첨단 혼합장비가 개발됨으로써 새로운 콘크리트 개발의 주축이 되고 있다.

새로 개발된 콘크리트 혼합 기술로는 SEC(Sand Enveloped Cement)工法, Dual Mixing工法 및 연속비빔工法 등이 있으며 각 공법의 공통적인 특징은 균일하게 혼합하기 위해서 분할 2단식비빔을 채택하는 것으로 혼합공법의 대부분이 그림 4와 같은 혼합개념을 갖고 있으며 그중 가장 대표적인 것은 SEC공법으로써 혼합과정은 그림 5와 같다.

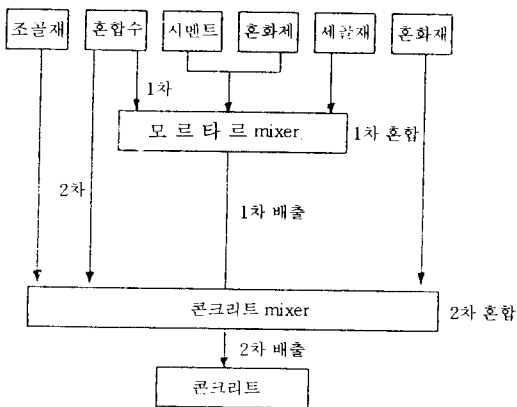


그림 4 분할 2단식 Mixer의 혼합 개념

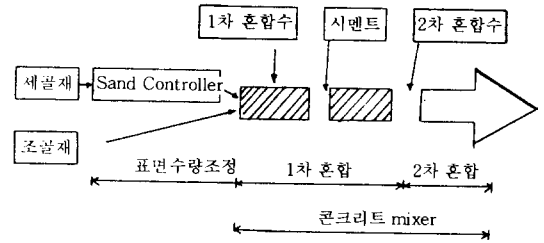


그림 5 SEC 공법의 혼합 flow

즉, SEC공법은 골재를 둘러싸는 시멘트풀의 물 시멘트비를 골재와 가장 강하게 흡착하는 상태(粉體工學적으로 Capillary상태)로 되도록 1차혼합을 시행하는 것이 특징이다. 1차 혼합에 사용되는 수량(W1)은 시멘트와 골재의 종류에 따라서 다르지만 대략 22-28%이다.

3.2 Pre-cooling工法

Pre-cooling공법은 매스콘크리트의 온도균열 제어대책으로써 최근 많이 활용되고 있다. Pre-cooling방법은 냉각대상과 냉각 수단별로 분류될 수 있으며 콘크리트 제조의 어느 단계에서 냉각시키느냐에 따라서 냉각대상이 물일 수도 있고 혼합된 콘크리트일 수도 있다.

그림 6에서 많이 사용되는 방법은 비교적 실시가 용이한 혼합수로 냉각수를 사용하는 방법과 혼합수의 일부를 얼음조각으로 치환하는 방법, 냉각수를 조골재에 뿌리는 방법등이다.

그러나 최근 콘크리트의 수화열을 엄격하게 관리해야 할 필요가 있는 대형 공사에서는 콘크리트 제조의 각 단계에서 냉각을 실시할 수 있는 액체질소 냉각법을 사용해야 하며 액체질소를 이용한 냉각방법은 그림 7과 같다.

액체질소를 이용한 균열제어 대책은 타 방법에 비해서 비용이 크다는 문제가 있으나 대폭적인 Pre-cooling공법을 사용해서 얻은 효과는 콘크리트의 품질, 공기단축등에서 얻은 점을 감안할 때 충분히 경제성이 있다고 판단된다.

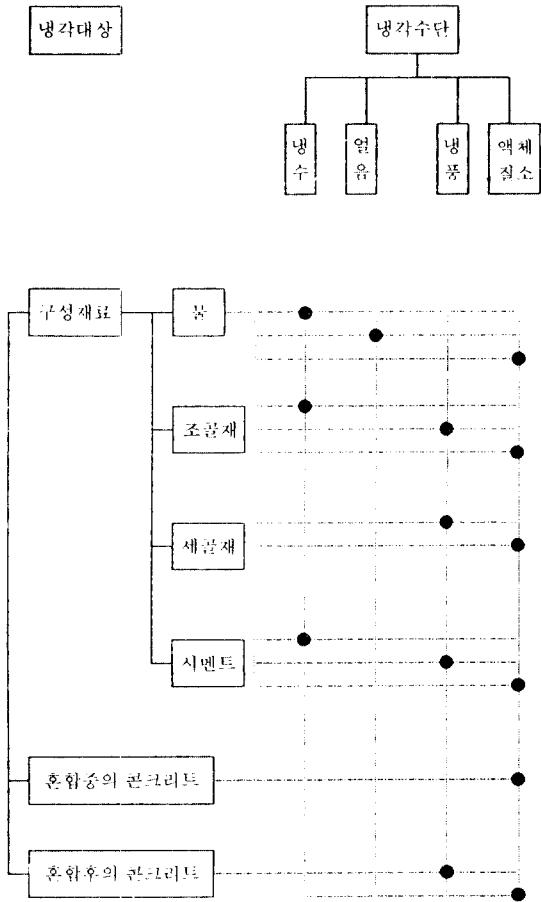


그림 6 Pre-cooling 계통도

액체질소 (LN ₂)를 이용한 Pre-cooling 공법	콘크리트 재료류 냉각한다.	혼합수	물탱크중에 LN ₂ 를 주입해서 혼합수를 냉각한다.
			혼합수의 일부 또는 전부를 LN ₂ 를 이용 얼음으로 만든다.
		시멘트	LN ₂ 로 냉각시킨 수송파이프로 시멘트로리로 부터 사이로로 시멘트를 운송하는 사이에 냉각시킨다.
		세골재	배관재의 운반중에 LN ₂ 또는 LN ₂ 를 사용해서 제조한 냉풍을 대뿔어서 냉각시킨다.
			배관재에 LN ₂ 를 직접 대뿔어서 냉각시킨다.
		조금재	조금재의 아적중 또는 운반중에 LN ₂ 또는 LN ₂ 를 사용해서 제조한 냉풍을 대뿔어서 냉각시킨다.
			조금재에 LN ₂ 를 직접 대뿔어서 냉각시킨다.
혼합중에 냉각한다.		LN ₂ 로 냉각하여 제조한 냉수를 아적중의 관재에 살 수하여 냉각시킨다.	
혼합후에 냉각한다.		mixer로 혼합하는 과정에, mixer내에 LN ₂ 를 불어 넣어 냉각시킨다.	
		혼합후 mixer내 또는 agitator, agitator차內的 콘크리트에 LN ₂ 를 불어 넣어 냉각시킨다.	
		agitator차에 냉풍을 불어 넣어 냉각시킨다.	

그림 7 액체질소(LN₂)를 이용한 Pre-cooling 공법

3.3 콘크리트 공사의 로봇화

산업용 로봇이 본격적으로 보급되면서 1980년경부터 대형 건설회사를 중심으로 시공로봇의 연구개발이 시작되었다. 기능인력의 심각한 부족, 고령화, 생산성 저하등 건설업이 갖고 있는 중요 난제들을 해결하기 위해서 자동화·로봇화에 의한 작업의 안전화, 쾌적화, 효율화가 필수적인 것으로 대두되었고 건설 각사들이 로봇 개발에 관심을 기울여 왔다.

표 5 콘크리트 타설 작업의 문제점

공정	노동부담도·위험도	구체품질에 대한 영향	작업능률
운반타설	<ul style="list-style-type: none"> 부거운 호스를 잡고 타설하고 배관설치 및 교체에는 중노동이 필요 오염 높은 장소에서의 bucket 開閉작업 위험 (VH분리작업) 	<ul style="list-style-type: none"> 원통 호스끝이 흔들리면서 배관상태 교란 배관의 진동으로 형틀, 배관 및 타설시 콘크리트에 악영향 물은 콘크리트 타설시 큰 골재의 분리 	<ul style="list-style-type: none"> 요동하는 원통호스의 관리에 2명 필요 배관설치 및 교체시에 작업 중단이 발생 배관설치 및 교체회수 빈번
다짐	<ul style="list-style-type: none"> 진동기, 봉다짐기, 나무망치에 의한 다짐작업이 중노동 오염, 소음공해 탄소분부 작업 	<ul style="list-style-type: none"> 다짐시 누수 발생 진동의 부족에 의한 하자 발생 다짐작업원의 감각과 경험에 의존 	<ul style="list-style-type: none"> 많은 인원 필요(특히 수직부재 다짐시) 동근형이나 돌출형인 경우 지능률
표면마무리	<ul style="list-style-type: none"> 택핑 가압다짐에 중노동 필요 상사간에 걸쳐서 무리한 구부리는 자세가 계속됨 심야, 철야작업(특히 동절기) 	<ul style="list-style-type: none"> 숙련공 부족에 의한 품질 저하 콘크리트의 응결속도가 맞지 않은 경우(하절기) 	<ul style="list-style-type: none"> 많은 인원 필요 수작업으로 비능률 양생 대기시간 발생

그러나 콘크리트 작업이 표 5와 같이 운반에서부터 표면마감작업까지 각 공정의 작업형태가 다르고 대부분 수작업이 주체인 노동집약형 작업으로 생산성이 낮고 노동부담, 품질 및 작업능률 저하등 해결해야할 난제가 많다.

콘크리트의 제조에서 표면 마무리 작업까지의 시공 자동화와 관련해서 개발된 자동화 현황은 표 6과 같다.

4. 국내의 레미콘 신제품 개발 동향

국내의 레미콘 산업은 1965년 쌍용양회 서빙고 공장에서 태동한 이래 우리나라 경제성장과 더불어 급성장을 거듭하여 '92년말 현재 레미콘 전환

율이 70%정도이고 총 생산량은 1억m³를 넘어섰으며, 전국적으로 420여개 업체에 530여개 공장이 산포되어 있다.

이와 같은 양적인 발전과 함께 최근 국내의 건설현장에서도 다양한 레미콘 신제품이 개발되어 현장에서 적용되고 있다. 본 장에서는 국내의 연구기관 및 기업에서 개발하여 현장에 적용한 특수 레미콘의 현황을 기술하고자 한다.

4.1 流動化레미콘

특수레미콘의 효시라고 할 수 있는 유동화 레미콘은 1971년 서독에서 개발된 공법으로 국내에 소개된 것은 1980년대 중반부터이다. 콘크리트 타설

표 6 콘크리트 공사용 자동화 장비 현황(日本)

공정	장비명	개발회사	개발년도	분류*	특징
제조	레미콘 Plant	多數		C	Plant操作의 完全自動化, 自己診斷 system 컴퓨터에 의한 綜合管理
운반 타설	Pump Car	多數		A	壓送·boom의 遠隔操作, 吐出量調整의 自動化, 音聲合成에 의한 操作手順指示
	수평 distributor	竹中公務店	'87	A	水平屈伸의 4關節 arm과 上下動 2關節 自動障害物回避, 作業半徑 22m
	condis클레인 (콘크리트타설용)	·	'83	A	垂直屈伸의 3關節 boom, 2 lever로 hoses位置制御, 作業半徑 30m
	placing클레인	大林組	'85	A	垂直屈伸의 4關節 boom, 先端部旋回 1lever로 hoses制御, 作業半徑 30m
	auto-bucket	·	'88	A	遠隔操作으로 開閉하는 bottom dump bucket, 容量 2.5m ³
다짐	콘크리트 自動다짐장치	戶田建設	'83	B	콘크리트檢知 sensor(1極)로 거푸집 진동기 작동
	콘크리트 自動다짐 system	大林組	'88	B	檢知 sensor(2極)로 거푸집진동기시동, 加振時間設定, 加振力測定
표면	콘크리트표면마감 자동장치	竹中公務店	'87	A	一體型, 평탄성: ±3mm, 시공능력: 200m ² /h
	콘크리트 슬래브 표면마감 로봇	清水建設	'88	A	分割型, 平탄성: ±5mm, 시공능력: 200~300m ² /h
마무리	콘크리트 슬래브 표면마감 로봇	廣島建設	'86	C	牽引型, 날개 3개, 전동식, 185kg 시공능력: 500m ² /h
	콘크리트 슬래브 표면마감 로봇	竹中公務店	'86	B	一體型, 날개 4개, 전동식, 185kg 시공능력: 300m ² /h
	모서리부분 표면마감 로봇	清水建設	'87	B	一體型, 날개 3개, 엔진식, 300kg 시공능력: 800m ² /h
작업	自律走行式 슬래브작업로봇	大林組		C	

※ A: 조종로봇 B: sequence(미리 설정된 순서에 따라서 작동) C: 수치제어 로봇

에 펌프공법이 사용되고 천연골재난으로 인하여 품질이 떨어지는 인공골재가 사용되면서 콘크리트의 작업성 확보가 어렵게 되었다. 이것을 해결하기 위해서 단위수량 증가가 초래되었고 이로인해 콘크리트 구조물의 내구성을 악화시키는 원인이 되었다.

따라서, 이와같은 악순환을 극복하기 위해서 고성능감수제가 개발되었고 고성능감수제의 이용기술이 발달함으로써 최근 특수 콘크리트 개발의 기본이 되고 있다.

일반적으로 유동화 콘크리트의 제조 방법은 고성능감수제의 첨가방식에 따라서 다음의 3가지 방식이 있다.

- 1) 공장 유동화 방식 (레미콘공장에서 유동화시킨 후 현장 운송)
- 2) 일부는 공장유동화 하여 현장 운송후 나머지는 현장 유동화 방식
- 3) 현장 유동화 방식 (base 콘크리트를 현장에 운송한 후 유동화)

레미콘 타설 및 운반거리에 따라서 적당한 방법을 선정해야 하겠지만 일반적으로 일부 공장 첨가 유동화하여 현장에서 slump loss를 보상하기 위해 재유동화 하는 방법이 가장 많이 사용된다.

4.2 고강도콘크리트

최근 선진국에서는 고강도콘크리트의 이용이 급속히 늘고 있다. 고강도콘크리트를 이용하면 경제적으로 공간을 넓힐 수 있으며 RC造의 설계개념이 보다 이상적으로 바뀔 수 있기 때문이다. 따라서, 우리나라에서도 80년대 중반부터 고강도콘크리트의 개발이 활발히 진행되어 왔으며 고강도콘크리트가 본격적으로 현장에 적용된 것은 88올림픽대교의 주탑 및 상판공에 설계기준강도 $400\text{kg}/\text{cm}^2$ 이 사용되면서 부터다. 그후 최근에는 분당 신도시 개발지역의 일부에 설계기준강도 $500\text{kg}/\text{cm}^2$ 을 실험적용 하였고 현재 건설중인 한강변 도시고속도로 건설용 Prestressed Concrete Segment제작에도 설계기준강도 $450\text{kg}/\text{cm}^2$ 가 적용되고 있다.

그러나 선진국들의 고강도콘크리트 수준은

$800\text{-}1200\text{kg}/\text{cm}^2$ 정도의 초고강도 콘크리트가 실제 구조물에 활용되고 있다.

따라서 우리나라에서도 $800\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상 초고강도 콘크리트를 개발하여 현장에 적용할 수 있도록 혼화제(재)료와 조합기술의 연구가 집중적으로 이루어져야 할 것이다.

4.3 불분리성 콘크리트

해양·수중 토목공사에서 콘크리트의 수중타설은 품질 보증이 거의 불가하여 강구조물, 또는 프리캐스트제품이 활용되나 위와 같은 재료는 심각한 부식발생과 형태의 한정으로 용처가 한정되어 있다. 따라서, 수중 콘크리트 타설시 다양한 형태와 내구성을 확보할 수 있는 고품질의 콘크리트(레미콘)를 개발하기 위해서 “특수 혼화제를 이용한 수중 불분리성 콘크리트의 제조방법”이 연구되어 왔다. 수중 불분리성 콘크리트의 주요 특성은 재료 분리의 저항성, 환경오염방지 특성, 충전성, Selfleveling성 및 流動性등이 우수하다.

국내에서 수중 콘크리트가 적용된 부산항 부두 확장 공사에 수중 불분리성 레미콘을 개발하여 대량 타설하였으며 앞으로 서해안 개발을 비롯한 연안개발 Project에 수중 불분리성 콘크리트의 적용이 예상된다.

한편, 수중 불분리성 콘크리트의 원리를 그대로 육상 공사에 활용하는 것이 최근 활발히 연구되고 있고 다짐 불료콘크리트(HPC : High Performance Concrete)로써 국내에서는 HPC에 대한 연구가 아직 초기단계이지만 HPC는 성력화가 필요한 미래형 레미콘이 될 것이다.

4.4 Color 콘크리트

콘크리트 구조물의 색상화는 주로 유럽에서 주택의 조형미를 이루기 위해 차량 및 보도용 블록류와 지붕재등에 많이 사용되어 왔으나 최근 국내에서도 주변환경 조화를 갖기 위해 칼라콘크리트에 대한 인식을 새롭게 하고 있다.

칼라 콘크리트 제조에 사용되는 안료는 유기 안료보다는 시멘트와 콘크리트 착생용으로 적합한

천연광물인 무기안료가 주로 사용되고 있으며, 칼라콘크리트용 안료의 구비조건으로는 물에 불용이며 분산성이 우수하고, 내후성, 내알카리성, 착색효과가 우수해야 한다.

또한, 적량 첨가시 콘크리트의 품질저하가 없어야 하며 어느정도 경제성이 확보되어야 한다. 그러나 국내 현실에서는 안료를 전량 수입에 의존하기 때문에 산화철계 안료를 이용한 적색 칼라 콘크리트가 가장 경제적이다.

5. 결 언

레미콘 제조 설비의 현대화로 레미콘의 공정관리는 용이하게 이루어지고 있으나 점차 고갈되고 있는 천연모래, 천연자갈의 대체용으로 사용되고

있는 쇄석, 인공모래, 해사등은 품질관리에 어려움이 뒤따른다.

따라서 이에 대한 대책이 수립될 수 있도록 품질관리에 만전을 기하여야 하며 최근 개발되고 있는 특수 콘크리트에 대한 이해와 시공기술을 소화하여 용도확대 및 수요창출을 위한 노력이 필요하다.

참 고 문 헌

1. JCI ; 最近のコンクリート製造技術, 콘크리트工學(特輯), No.330.
2. 小阪義天 ; 最新コンクリート技術, 森北出版株式會社, 1990. [4]

국제 심포지움 안내

1. 명칭 : 제 1 회 폴리머 콘크리트에 관한 동아시아 심포지움
2. 목적 : 최근 콘크리트-폴리머 복합체는 건설산업 분야에서는 물론 기계, 전기, 화학 분야에 있어서도 상당한 관심을 끌고 있는 신재료이다. 이 심포지움의 목적은 콘크리트-폴리머 복합체에 관한 새로운 기술적, 학문적 정보를 서로 교환함으로써 동아시아 지역 국가들의 수준 향상을 도모함과 동시에 앞으로의 연구방향을 토론 설정하는데 있다.
3. 내용 : 1) 콘크리트-폴리머 복합체의 제조방법과 성능
2) 구조용 및 비구조용 포장제품 개발
3) 건축 및 장식용 제품 개발
4) 보수 및 성능 개선을 위한 현장시공
5) 포장, 라이닝, 보수에의 이용 등
4. 일정 : 최종원고 제출 : 1994년 1월 31일
초청장 발송 : 1994년 2월 28일
예비 등록 : 1994년 3월 31일
5. 개최장소 : 강원대학교
6. 개최일 : 1994년 5월 2~3일
7. 연락처 : 강원대학교 농공학과 연규석 교수
Tel(0361)-50-6461
Fax(0361)-241-3696