

레미콘의 製造設備와 運搬設備

Manufacturing Facilities of Ready-Mixed Concrete and Truck Agitator



최 재 진*

1. 서 언

우리 나라의 레미콘 산업은 내년이면 만 30년의 역사를 가지게 된다. 그동안 규모의 신장이 크게 이루어져 지난해 12월말 기준으로 427개 업체에서 536개의 레미콘 공장을 세웠으며 이들 공장에 설치된 배치 플랜트(batch plant)는 약 700기로서 시간당 생산능력이 거의 10만 m³에 이르고 있다.⁽¹⁾ 또한 레미콘의 제조설비가 현대화되었으며 폐레미콘의 재이용 또는 回收水의 이용 시스템 등이 널리 보급되어 자원의 유효이용과 더불어 공해문제의 해결을 가져왔다.

레미콘 제조설비의 현대화 가운데는 계량설비, 혼합설비 및 각종 관리장치 등의 개량 및 새로운 것의 개발을 들 수 있다. 계량방식에 있어서는 빔스케일 방식에서 풀 와이어 방식 그리고 펀치 카드 방식을 거쳐 로드셀을 사용하는 컴퓨터에 의한 자동제어방식이 나오기까지 많은 변화가 있었는가 하면 관리장치 면에서는 배치 플랜트에서 골재의 표면수량을 자동으로 측정하여 즉시 이를 반영

하기 위한 수분계의 개발과 레미콘을 혼합할 때의 슬럼프 관리를 위한 슬럼프 미터 등의 개발이 특히 눈에 띄는 부분이다.

본문에서는 공해방지시설이나 폐레미콘의 재이용 시스템을 제외한 레미콘의 제조설비, 관리장치 등에 대한 개황 및 국내에서 생산된 레미콘 운반차의 성능 등에 관해서 고찰하고자 한다.

2. 제조설비

2.1 제조 프로세스

레미콘의 제조방식은 보통 다음 3 가지로 분류된다.

① 센트럴 믹싱(central mixing) : 고정 믹서로 혼합을 완료한 콘크리트를 트럭 에지테이터(truck agitator) 또는 트럭 믹서로 교반하면서 운반하는 방식

② 슈링크 믹싱(shrink mixing) : 고정 믹서로 어느 정도 혼합한 후 트럭 믹서로 운반하는 과정에서 혼합을 완료하는 방식

③ 트랜짓 믹싱(transit mixing) : 플랜트에서

* 정희원, 천안공업전문대학 토목과 진임강사, 공박

재료만 계량하여 적재한 후 운반과정중에 트럭 믹서로 완전히 혼합하는 방식

歐美에서는 이러한 3 가지의 제조방식이 채택되고 있다. 그러나 우리 나라에서는 레미콘에 관한 한국공업규격에서 센트럴 믹싱 만을 대상으로 규정하고 있어 KS표시 허가공장으로 지정받기 위해서는 이 방식을 택해야 하기 때문에 歐美와 같은 다양한 방식의 선택은 허용되지 않는 환경에 놓여 있다.

레미콘을 생산하는 배치 플랜트는 일반적으로 재료의 저장설비, 계량설비, 혼합설비, 관리장치 및 기타 부대설비로 구성된다. 배치 플랜트의 형식에는 골재의 계량부분과 믹싱부분을 별도로 설치한 橫置型과 양자를 일체화시킨 塔型이 있는데 종전에 많이 세워졌던 탑형 배치 플랜트의 한 예를 보면 그림 1과 같다.

탑형 배치 플랜트의 경우 시멘트는 사일로에 저장되었다가 버킷 엘리베이터(bucket elevator) 등에 의해 배치 플랜트 상부의 시멘트 저장조로 운송되며 잔골재와 굵은골재는 각각 분리 야적되었다가 벨트 콘베이어에 의해 각각 배치 플랜트의 잔골재 또는 굵은골재 저장조로 운송된다.

저장조에 있던 골재와 시멘트는 조작반(control panel)의 조작에 의해 계량조에서 소요의 양 만큼

계량되며 이때 물과 혼화제도 각각 계량조에서 계량된 후 믹서에 투입된다. 믹서에 의해 혼합된 콘크리트는 호퍼를 통하여 레미콘 운반차에 실어 운반하게 된다.

橫置型의 경우는 배치 플랜트의 조작반을 별도의 건물에 위치시키는 경우가 많으며 골재는 골재 야적장 밑에 설치된 계량장치에 의해 계량된 후 벨트 콘베이어에 의해 운송, 믹서에 투입된다.

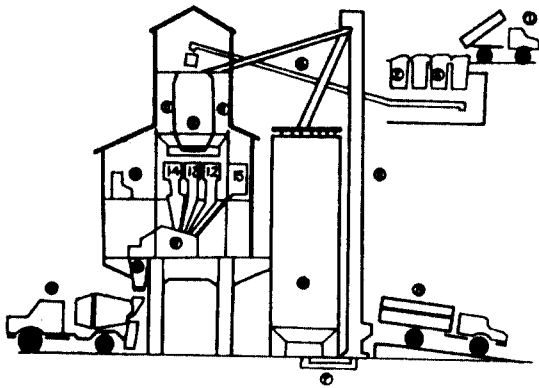
2.2 재료의 저장 및 수송설비

시멘트는 품종별로 저장해야 하며 풍화를 방지할 수 있는 구조의 사일로 등에 저장해야 한다. 배치 플랜트에는 주로 300톤 정도의 시멘트 사일로는 이용되고 있다. 시멘트는 대부분 공기압송차로 수송하며 압송관을 통하여 직접 사일로에 넣어진다.

사일로에서 플랜트 본체에 있는 저장조로의 수송방법은 스크류 콘베이어와 버킷 엘리베이터에 의하는 경우가 많으며 최근에는 공기압에 의해 수송관을 통하여 압송하는 공기압송방식도 사용되고 있다. 이 방식은 스크류 콘베이어나 버킷 엘리베이터 방식과 비교할 때 구동부가 적고 보수점검이 쉬우며 종류가 다른 시멘트로의 대체 및 짧은 시간내의 잔량처리가 가능하여 종류가 다른 시멘트의 혼입을 방지할 수 있는 등의 장점이 있다.

골재의 저장시설은 골재의 종류별로 각각 분리시켜 저장할 수 있으며 서로 섞이지 않는 구조이어야 한다. 바닥은 콘크리트가 좋고 배수시설을 갖추어야 하며 유해한 물질이 혼입되지 않도록 해야 한다. 또한 레미콘 1일출하량의 최대치에 상당하는 골재를 저장할 수 있는 용량이어야 한다. 이는 골재의 품질이나 표면수량의 변화에 대하여 미리 적절한 배합조정이 이루어지도록 하기 위함이다.

골재를 야적장 등의 저장시설로부터 배치 플랜트의 본체로 운반할 때는 벨트 콘베이어를 이용한다. 공해대책상 벨트 콘베이어의 프레임은 밀폐되거나 원통형 파이프의 케이스 안에 콘베이어가 내장된 것이 사용된다. 또 외국에서는 토지의 효과적인 이용을 위해 급경사의 콘베이어나 수직형 콘베이어를 개발하여 사용하는 예가 있다.



1 골재 운반차	2,3 골재 야적장	4 벨트 콘베이어
5 시멘트 수송차	6 시멘트 사일로	7 스크류 콘베이어
8 버킷 엘리베이터	9,11 골재 저장소	10 시멘트 저장소
12,14 골재 계량조	13 시멘트 계량조	15 물 계량조
16 control panel	17 믹서	18 호퍼
		19 레미콘 운반차

그림 1 배치 플랜트의 구성

통상적인 콘베이어는 운반물의 미끄러짐 등을 고려하여 경사각도를 18-19° 정도로 하는 것이 일반적이다.

급경사 콘베이어는 그림 2와 같이 본체 벨트 및 波棧, 橫棧이라 불리는 세 부분으로 구성된 특수 벨트를 사용한다. 경사각도는 임의로 결정할 수 있으나 배치 플랜트용으로는 50 - 75° 정도가 적당하다고 한다.⁽²⁾

수직 콘베이어는 그림 3에 그 예를 나타낸 바와 같이 일반적인 평벨트 두장으로 수송물을 사이에 끼워 이를 수직으로 운송하는 구조인데 전체의 설비가 급경사 콘베이어 보다도 더 적은 공간을 차지하도록 설계되어 공간의 극대화를 꾀할 수 있다. 그러나 최근에 개발되었으며 사용실적이 많지 않아 앞으로 개선하여야 할 부분이 상당히 남아있는 상태이다.⁽³⁾

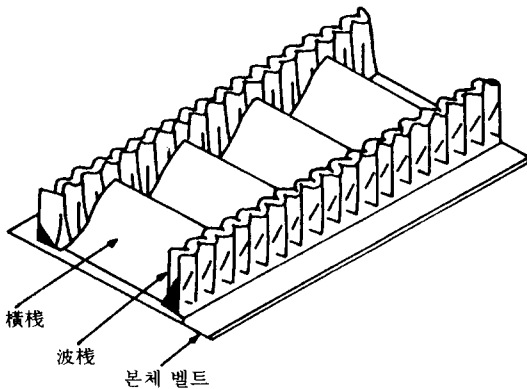


그림 2 급경사 콘베이어용 벨트

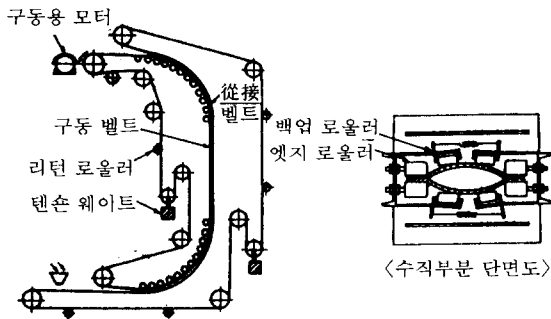


그림 3 수직 콘베이어 시스템

2.3 계량설비

계량기의 하중전달방식은 초기의 빔 스케일 방식에서 풀 와이어 방식을 거쳐 전기저항선식인 포텐쇼 미터 그리고 로드셀을 사용하는 전기식으로 변화되어 왔다.⁽²⁾

1955년경 출현한 풀 와이어 방식은 계량호퍼의 하중변화를 풀 와이어라 불리는 가는 강선에 의해 조작반에 전하고 드럼, 톱니바퀴, 락크에 의한 다이얼 눈금변화로 나타내는 방식이다. 이러한 방식은 작업원이 계량기 옆에서 작업할 필요를 없게 하였으며 레미콘 제조의 기계화와 근대화에 크게 공헌하였다.

1960년대에는 전송식다이얼 계량조작반이 개발되었다. 이는 계량호퍼의 하중변화를 포텐쇼 미터에 의해 전기신호로 변화시키고 그 신호를 조작반에 전달하여 다이얼로 표시하는 방식이며 배합설정에는 펀치 카드 방식이 채택되었다.

또 현대의 전기식 로드셀 검출방식은 1975년경에 출현하였는데 여기에는 하중변화를 전기변화로 변환하는 로드셀과 마이크로 컴퓨터가 계량 시스템에 채택되어 검출부와 표시부에 기계적인 가동부가 없는 전광디지털 표시 계량조작반이 등장하였다.

계량에 있어서는 정밀도를 높이기 위해 동하중 설정이 매우 중요한데 이것은 미계량과 낙차보정으로 이루어진다. 여기서 미계량이란 처음 대략적인 계량을 하여 계량치가 90% 정도가 되면 계량 낙하량을 줄이는 것이다. 낙차보정은 계량 게이트에서 낙하중인 재료가 미처 계량호퍼에 이르지 않은 것을 미리 예측하여 100% 계량완료의 신호를 보내는 것을 말한다.

계량기의 계량오차는 한국공업규격(KF F 4009 - 1992)에서 시멘트의 경우 1%, 골재 3%, 물 1%, 혼화재 2% 그리고 혼화재 3% 이내로 규정하고 있다.

2.4 혼합설비

2.4.1 믹서의 종류

근래에는 혼합용량이 큰 믹서가 많이 사용된다.

대형 믹서는 용량이 3m³ 정도에 이르며 최근에는 용량이 6m³ 정도인 초대형 믹서도 출현되고 있다. 믹서의 종류로는 가정식 믹서, 강제식의 팬형 믹서 및 수평 2축 또는 1축형의 강제식 믹서가 있으며 이들 믹서의 주요 특징을 비교하면 표 1과 같다.⁽⁴⁾

표 1 믹서의 특징 비교

구분	가정식 믹서	팬형 강제식 믹서	2축 강제식 믹서
높이	높다	낮다	가정식과 팬형의 중간
설치면적	2대 설치로 바닥면적이 넓어진다.	가정식보다 적으나 2축 믹서보다 넓다	면적을 크게 차지하지 않는다
周速	1.1~1.6m/초	내축: 1.2m/초 외축: 3.5~4.0m/초	1.2~1.8m/초
배출	중력으로 배출(낙차: 크다 속도: 느리다)	저변부에서 날개로 배출(낙차: 작다, 속도: 느리다)	저변부에서 중력으로 배출(낙차: 작다, 속도: 빠르다)
마모(코스트비)	小(30)	大(100)	中(40)
분진	많다	많다	적다

(1) 가정식 믹서

가정식 믹서는 중력식 믹서로서 傾胴型, 털링 믹서로도 불리며 역사적으로 가장 오래되었다. 내부에 고정된 혼합날개(blade)가 있는 드럼 속에 재료를 투입하여 이를 회전시킴으로써 중력낙하와 상승의 반복에 의해 비벼지게 된다.

가정식 믹서는 혼합에 시간이 다소 길어지기는 하나 마모되는 부분이 혼합날개와 드럼내면 뿐이며 周速이 1.1 - 1.6 m/초 정도로 느리기 때문에 마모가 적어 강제식 믹서에 비하여 보수가 용이하고 수명이 길다. 또한 구조가 단순하여 청소하기가 쉽고 혼합에 필요한 동력소모가 적다는 특징이 있다.

(2) 강제식 믹서

강제식 믹서는 혼합날개 등의 회전축이 연직인 팬형(pan type)과 회전축이 수평인 1축 및 2축 믹서가 있다.

팬형 믹서는 가정식 믹서에 비해 혼합시간이 단

축되어 생산능력이 증가하며 높이도 낮기 때문에 플랜트 전체를 소형화 할 수 있는 특징이 있어 배치 플랜트에 널리 사용되고 있다. 그러나 周速이 크기 때문에 가정식 믹서에 비해 3 - 4배의 동력이 필요하고 마모가 빨리 일어나며 마모되는 부품이 많아 유지비가 높다는 단점이 있다.

수평 1축 및 2축 믹서는 1970년대에 등장한 것으로 믹싱팬 내부에 설치된 1개 또는 2개의 수평축에 교반날개가 장착되어 이 축을 회전시킴으로써 혼합하는 방법으로 2축 믹서가 보다 많이 사용되고 있다. 2축 믹서는 다른 형태의 믹서에 비해 혼합성능이 우수하며 팬형 믹서의 결점이었던 부품 마모의 감소 등 유지관리면에서 개선이 이루어졌다.

2.4.2 믹서의 성능

믹서의 성능은 소정의 용량을 정한 시간으로 혼합하였을 때 KS F 2455의 “믹서로 비빈 콘크리트 중의 모르타와 굵은골재량의 변화율(차) 시험방법”으로 시험한 값이 다음에 표시한 값 이하로 되는 믹서는 콘크리트를 균등히 혼합시킬 수 있는 성능을 가졌다고 판단해도 좋다.

콘크리트 중의 모르타의 단위용적중량의 차: 0.8%

콘크리트 중의 단위굵은골재량의 차: 5%

콘크리트 표준시방서에서는 콘크리트의 혼합시간을 결정할 때 시험에 의하여 정하는 것을 원칙으로 하고 있으며 가정식 믹서일 경우에는 1분 30초 이상, 강제식 믹서일 경우는 1분 이상을 표준으로 하고 있다.

믹서의 혼합날개가 마모된 경우는 즉시 교체해야 하며 또 출하량의 증대 만을 위하여 소정시간보다 혼합시간을 단축시키는 사례는 없어야 한다. 이것은 혼합이 불충분할 때 콘크리트의 품질변동이 크게 되며 AE콘크리트의 경우 연행공기량이 감소하는 문제점이 발생되기 때문이다.

2.4.3 믹서의 세척

배치 플랜트에서 믹서의 세척은 믹서 내부가 복잡한 모양을 하고 있기 때문에 부착된 레미콘을 간단히 제거하기 어렵고 귀찮은 작업이다. 현재

사용되고 있는 세척방법은 ① 고압세척펌프를 사용한 수동세척, ② 고압분사 회전노즐을 사용한 자동세척, ③ 로봇을 사용한 자동세척 등이 있다.

수동세척은 현재 대부분의 공장에서 사용하고 있는 방법으로 구석구석까지 세척할 수 있어 가장 확실한 방법이다.

회전노즐을 사용한 자동세척은 통상 사용되고 있는 고압세척 분사노즐을 레미콘 배출 후 믹서 외부에서 내부로 회전시키면서 삽입하는 방법으로 세척효과가 높고 원격자동세척을 할 수 있는 특징이 있다. 그러나 부착정도에 따라 중점적인 세척을 할 수 없기 때문에 다시한번 수동세척이 필요한 경우가 생긴다.

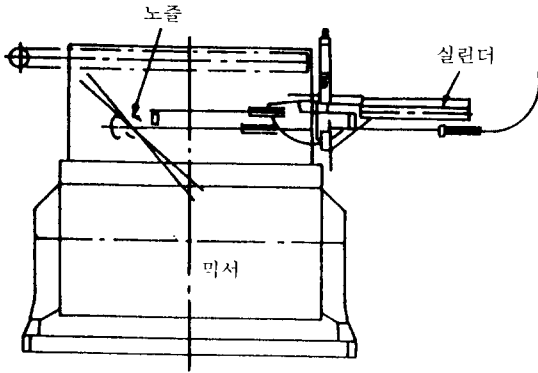


그림 4 회전노즐 셔플 세척

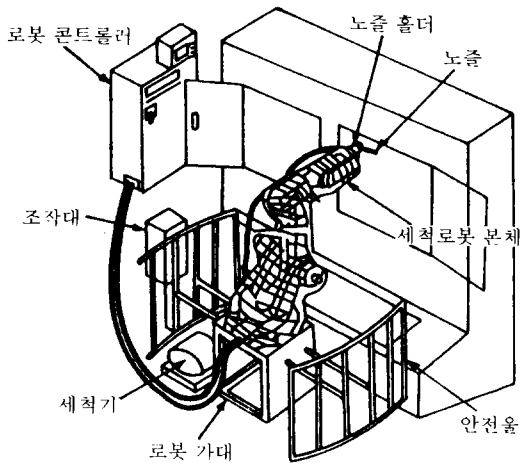


그림 5 로봇 세척

외국에서 시도되고 있는 로봇 세척은 로봇이 프로그램 대로 세척하는 방법인데 개선이 필요한 부분이 아직 많이 남아 있다. 다시 말해서 로봇의 손이 닿지 않는 사각지대가 존재하며 개발초기이기 때문에 고가인 단점이 있다.⁽⁴⁾

3. 관리장치

레미콘 공장에서는 정확하고 신속한 작업 그리고 자동화 및 작업환경의 개선 등을 목적으로 각종 관리장치를 도입하여 사용하고 있다.

관리장치의 종류로는 ① 골재 수분계, 콘시스턴시 미터(슬럼프 미터) 등의 공정관리장치, ② 配車, 출하작업의 기계화와 誤納防止를 목적으로 한 출하관리장치 ③ 생산공정의 제어, 사무자동화 등을 총괄한 컴퓨터 제어 등이 있다.

3.1 골재 수분계

콘크리트 강도의 변동과 슬럼프에 가장 큰 영향을 미치는 것은 단위수량이라 할 수 있으며 골재의 표면수 관리는 매우 중요한 의미를 가진다.

일반적으로 골재 표면수량의 변동범위가 0.1% 이하일 때는 무시할 수 있으나 0.5% 이상되면 슬럼프가 2 - 5 cm 정도 변화하며 강도 또한 5 - 10% 정도 변화한다.⁽⁵⁾

종전에는 표면수량을 오전과 오후에 각각 1회 정도 측정하고 믹싱시 오퍼레이터의 육안관찰에 의해 혼합수량을 가감하는 방법으로 슬럼프를 관리해 왔다. 그러나 골재의 표면수량은 수시로 변화하여 측정시점과 실제 혼합시점의 표면수량이 상당한 차이가 있게 되며 또 오퍼레이터의 숙련도에 따라 개인차가 생기는 문제점이 있어 혼합시의 골재의 실제적인 표면수량을 자동적으로 측정하여 이를 반영할 수 있는 방법에 대한 연구가 꾸준히 계속되어 왔다.

잔골재의 수분계로서 熱乾燥式 水分計, 中性子 水分計, 誘電率式 水分計 등이 개발되었으며 이들을 사용하여 잔골재의 표면수량을 0.5%의 정밀도로 전 배치를 자동측정하여 계량수량을 지시하는 기기가 몇가지 개발되었다. 그런데 문제는 수분계

에 의한 표면수량의 측정치가 골재의 입도, 밀도 등의 영향을 받는 경우도 많고 또 이 영향을 충분히 파악하여 고려하는 기법이 아직 완벽하지 못하다는 것이다. 뿐만 아니라 단위수량 외에도 잔골재의 조립률이나 골재의 입형, 미립분의 양 등이 슬럼프에 영향을 미쳐 슬럼프 관리를 더욱 어렵게 하는 요인이 되고 있다. 따라서 단위수량을 정확하게 유지하는 것 만으로는 슬럼프의 안정을 얻을 수 없으므로 수분계의 사용과 함께 아래에 기술하는 슬럼프 미터를 사용하는 방법이 출현하게 되었다.

3.2 슬럼프 미터

슬럼프 관리의 기계화가 시급한 현안으로 대두되면서 이에 대한 다각적인 연구가 진행되었다. 그 결과로서 혼합중의 믹서의 전력부하량과 슬럼프와의 사이에는 높은 상관성이 있다는 것을 알게 되었고 혼합시의 전력부하량을 검출하여 슬럼프를 추정하는 기법이 고안되고 있다.

그림 6은 혼합시 전력부하량의 변화를 나타낸 실험예로서 슬럼프가 낮을 수록 전류치는 높게 되며 전류가 안정되는 시점은 대체로 45초 정도 혼합했을 때임을 보이고 있다. 전력부하량과 슬럼프의 관계는 단위시멘트량과 굵은골재의 크기에 따라서도 차이가 있으며 동일한 반죽질에서 富配合일수록 그리고 굵은골재의 크기가 클수록 믹서의 전력부하량은 크게 되는 경향이 있다고 한다.^(6,7)

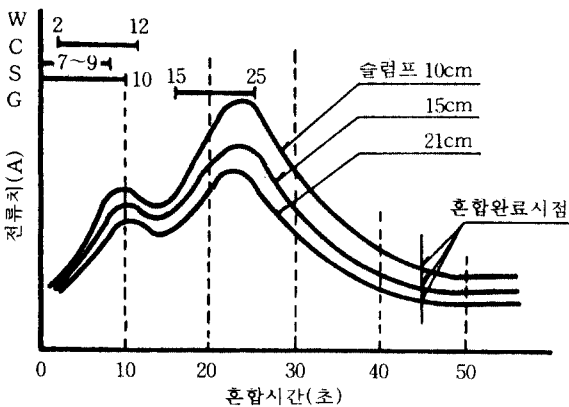


그림 6 슬럼프와 전동기 부하전류와의 관계

슬럼프 미터는 현재 두 종류가 보급되어 있는데 하나는 슬럼프의 검량선이 있어 데이터가 축적되어 가면 배합마다 檢量線이 완성되어 슬럼프 모니터로서 작동하는 시스템이다. 그러나 이것은 도입시의 등록작업에 시간이 걸리고 같은 배합의 경우에도 믹서의 혼합날개에 마모가 생긴 경우 등에는 전력부하에 변화가 생겨 재차 데이터의 축적이 필요하게 되어 연속적인 사용이 어려운 결점이 있다.

다른 한가지 방식은 슬럼프 미터와 골재 수분계를 일체화시킨 것이다. 이 방식에서는 검량선이라는 검토편식을 사용하지 않고 믹서 負荷力波形 자체를 기억하여 슬럼프의 판정에 이용하고 있다. 물론 이 파형은 골재의 최대치수 및 종류, 배합, 혼합량에 따라 변화하는 것으로 배합과 혼합량마다 파형을 등록할 필요가 있다.

혼합날개 등이 마모되는 경우는 그 상태에서 재차 등록버튼을 누르기만 하면 되도록 개발되어 있어 현재로서 가장 유용한 방법이라고 할 수 있다.⁽²⁾

3.3 기타 관리장치

관리장치는 수분계와 슬럼프 미터 외에도 계량치의 기록장치, 출하관리 및 차량관리 시스템 등이 있다.

계량치의 기록장치는 각 배치마다 일시, 배합번호, 각 재료의 실제 계량치, 각 재료마다의 합계치 등을 기록한다. 이 기록은 어떤 이유에 의해 계량치의 확인이 필요한 경우에 매우 유용한 자료로 활용되며 재료의 일별, 월별 사용량 파악에도 이용된다.

출하관리 시스템은 납품전표, 출하일보, 사무관리 데이터(강도별, 배합별 등)를 기록한다. 그리고 차량관리 시스템은 레미콘 운반차의 가동 운행상황의 정확한 파악 및 효율적인 배차관리를 돕는다.

4. 운반설비

4.1 트럭 에지테이터의 현황

레미콘의 운반은 재료분리를 일으키지 않고 용이하게 배출할 수 있는 구조를 갖춘 믹서 트럭 또는 트럭 에지테이터에 의한 것이 원칙이며 포장용 콘크리트에 한하여 덤프 트럭을 사용할 수 있다.

오늘날과 같은 기능을 갖춘 레미콘 운반차는 1926년 미국에서 처음으로 개발되었으며⁽⁸⁾ 가까운 일본에서는 1952년부터 제작하기 시작하였다고 한다.⁽⁹⁾ 일본의 경우 초기의 구동장치는 복잡한 기구에 의한 재료의 투입, 교반 및 배출 등이 가능한 기계식이었으며 1955년 후반에 들어 유압식이 개발되었다.

우리 나라의 경우는 처음에 주로 3.5m³ 용량의 트럭 에지테이터를 수입하여 사용해 왔으나 1978년부터 대형의 트럭 에지테이터의 국산화가 이루어지면서 수송효율만을 고려하여 7.5m³ 정도의 레미콘을 적재, 수송한 적이 있었으나 근래에는 도로사정 등을 고려하여 적재량의 한도를 6m³로 하고 있다. 1965년 대한양회가 서울의 서빙고에 최초로 레미콘 공장을 세웠을 때 배차 1기와 3.5m³ 용량의 트럭 에지테이터 15대로 출발하였다고 하는데 그 후의 레미콘 운반차의 보유현황은 표 2^(1,10)에 나타낸 바와 같이 1986년말 기준 총보유대수 5,600대로 6m³ 용량의 대형 운반차가 93%이었으며 1992년말 기준으로는 총보유대수 14,000여대 가운데 6m³ 용량의 대형 운반차가 거의 100%를 차지하는 것으로 나타나 현재는 대형 운반차만이 운행되고 있음을 알 수 있다.

표 2 트럭 에지테이터 보유현황

적재량 (m ³)	1986년 12월		1992년 12월	
	보유대수	구성비율(%)	보유대수	구성비율(%)
3.5	283	5	2	0
4.5	50	1	-	-
5.0	59	1	49	0.3
5.5	3	-	-	-
6.0	5,204	93	14,066	99.6
계	5,559	100	14,117	100

4.2 트럭 에지테이터의 성능

트럭 에지테이터의 교반날개(blade)는 한장 날개와 두장 날개의 것이 있고 또 저부에 한장, 출구 부분에 두장 날개로 하는 것 등이 있는데 한장 날개의 경우와 두장 날개의 경우의 특징을 비교하면 다음과 같다.

① 투입호퍼로부터 낙하되는 콘크리트의 유입은 한장 날개가 좋다.

② 트럭 믹서로 사용할 경우에는 두장 날개인 것이 혼합이 잘 된다.

③ 드럼 내부의 모르터 부착은 한장 날개인 것이 적고 또한 드럼 내부의 청소작업도 한장 날개인 것이 두장 날개인 것보다 쉽다.

트럭 에지테이터의 형상은 제작회사의 독자적인 설계에 의하여 제작되는데 수송중 레미콘이 재료분리를 일으키지 않으며 균질을 유지할 수 있도록 설계, 제작되어야 함이 가장 중요하다.

에지테이터 드럼은 직경과 길이가 1:1에 가까울수록 혼합성능이 우수하다고 하며 일반적으로 8톤(3.5m³)을 적재할 수 있는 트럭 에지테이터가 이러한 조건과 가장 잘 일치한다고 한다.⁽⁶⁾

일반적인 에지테이터 드럼의 구조는 그림 7과 같다.

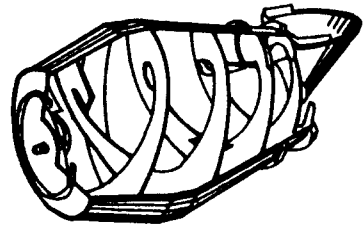


그림 7 에지테이터 드럼의 구조

이하에서는 국내에서 생산된 적정적재량이 6m³인 트럭 에지테이터의 성능을 시험한 예⁽¹¹⁾를 소개한다.

실험조건 : 실험에 사용된 운반차는 에지테이터 드럼의 용량이 10.5m³ 이고 이 드럼을 15회 역회전시킴으로써 6m³의 콘크리트를 완전히 배출시킬 수 있으며 드럼 내부에 2개의 교반날개가 설치되

어 있는 것이다.

레미콘을 배치 플랜트에서 혼합하여 트럭 에지테이터에 6m³를 적재한 후 2rpm 정도로 에지테이터 드럼을 회전시키면서 60분 정도 소요되는 현상까지 운송하였다. 그리고 에지테이터 드럼의 회전수에 의하여 배출개시시, 1/4, 2/4, 3/4 배출시 및 배출종료시 등 5개 부위로 나누어 시료를 채취하고 운반차 10대분에 대하여 슬럼프 시험과 셋기분석 시험에 의한 굵은골재량을 조사하였다.

실험결과 : 슬럼프 시험결과로부터 슬럼프값의 평균과 부위별 슬럼프값과의 차를 구하여 슬럼프의 변동값이라 정의하고 레미콘 운반차 10대에 대하여 각 부위별로 변동값의 평균과 표준편차를 구하여 정리한 것이 그림 8 이다.

여기서 레미콘의 배출개시시나 종료시의 슬럼프값은 중간부위 보다 1.5cm 정도 작은 값을 나타냈으며 채취부위별 표준편차는 0.6-0.9cm 정도이었다.

또한 레미콘 운반차의 성능에 관한 규정으로 레미콘의 용량중 1/4 부위와 3/4 부위에서 각각 시료를 채취하여 슬럼프 시험을 했을 때 양자간의 슬럼프값의 차가 3cm 이내이어야 함을 만족시키는 범위 내인 0.5cm 정도의 차이를 나타냈다.

그림 9는 각 부위별로 채취한 시료에서 굵은골재량을 측정된 다음 굵은골재량의 평균에 대한 각 부위별 굵은골재량의 백분율을 구하여 굵은골재

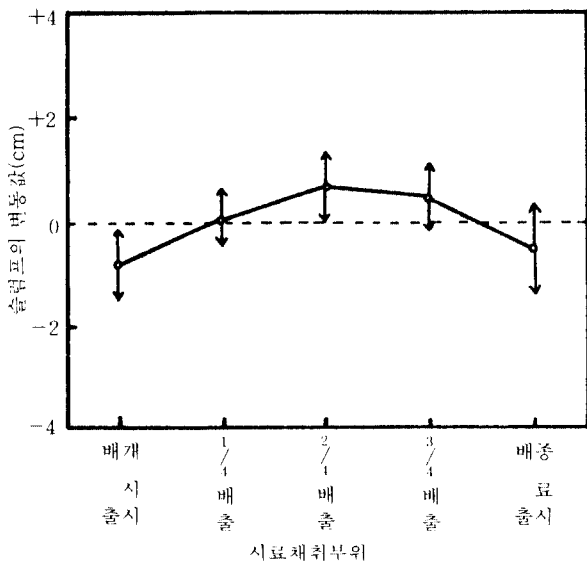


그림 8 시료채취부위별 슬럼프의 변동값

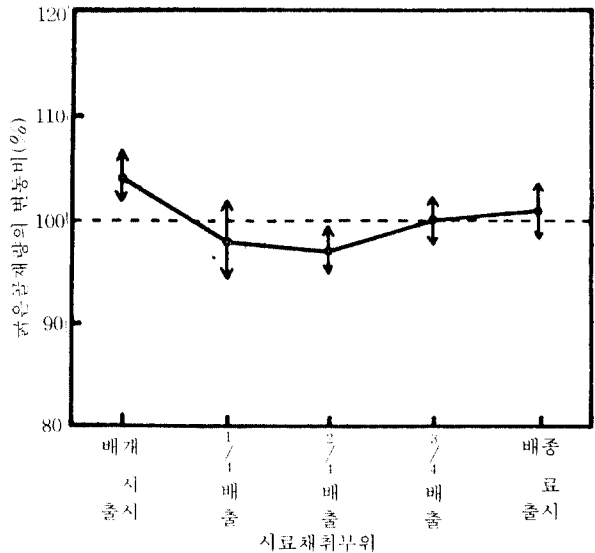


그림 9 시료채취부위별 굵은골재량의 변동비

량의 변동비라 정의하고 운반차 10대에 대하여 각 부위별 변동비의 평균과 표준편차를 구하여 나타낸 것이다.

이 그림에서 레미콘 배출개시시의 굵은골재량은 평균값보다 약 4% 정도 많으며 중간부위에서 3% 정도 적은 것을 보이고 있다. 이 결과로부터 굵은골재는 에지테이터 드럼의 내측과 외측으로 다소 이동하는 경향이 있는 것으로 보이며 이 때문에 굵은골재량이 많게 된 곳에서 슬럼프값이 작아진 것으로 보인다.

5. 맺는 말

앞에서 살펴본 바와 같이 배치 플랜트의 각종설비나 제어기술에 있어서 상당한 진전이 있었고 플랜트 각 부분의 작동상황도 모니터를 통하여 한눈에 확인되는 단계에 와 있다.

그런데 레미콘의 품질은 플랜트의 근대화 또는 현대화에 따라 얼마나 나아졌는가?

이에 대하여 반드시 긍정적인 견해 만 있는 것은 아닌 것 같다. 레미콘의 품질이 크게 개선되기 어려웠던 것은 사용재료의 여러가지 품질특성 또는 기후조건 등에 따른 레미콘의 품질변화요인에 대응하기 위한 완벽한 기계화에는 아직 기술적인 한계가 있으며 또 과당경쟁이나 양질의 골재의 고갈 등도 원인이 되었다고 본다.

앞으로 기계화의 여지가 있는 부분이나 기계화가 완전하지 못한 부분에 대해서는 계속적인 연구 개발이 필요할 것이다. 그러나 현재까지 개발된 관리장치 등을 잘 활용하고 이에 대한 관리를 철저히 할 때 현단계에서도 일정 수준의 품질은 확보할 수 있는 것으로 생각된다.

아울러 극히 드문 일이긴 하지만 사소한 부주의에 의한 혼화제의 과량 투입으로 경화불량현상이 일어나거나 에지테이터 드럼 속에 남아 있던 빗물에 의해 콘크리트의 품질이 크게 저해되는 사례 등은 철저한 관리를 통하여 근절되어야 할 사항들이다.

참 고 문 헌

1. 통계자료, 레미콘, 한국레미콘공업협회, 제35호, 1993. 4.
2. 副田康英ほか, 生産フロ-と主要設備, 月刊生コンクリ-ト(特輯:生コンクリ-ト産業の現状と展望), Vol. 11, No.12, Dec. 1992
3. 村田敦盛ほか, 生コン工場における垂直ベルトコ

ンベヤ骨材搬送設備の運轉狀況について, 第6回生コン技術大會研究發表論文集, 全國生コンクリ-ト工業組合連合會, 1991.6

4. 成田英一, 生コンクリ-ト製造設備, 콘크리트工學, Vol. 31, No. 3, 1993.3
5. 西澤紀昭, 骨材・コンクリ-ト技術の基礎, 社團法人日本コンクリ-ト會議, 1973
6. 生コン工場品質管理ガイドブック, 全國生コンクリ-ト工業組合聯合會, 1975
7. 文翰英, 崔在眞, 레디믹스트 콘크리트의 슬럼프 관리에 관한 一考, ACI韓國分會學術發表會論文集, 1987. 9
8. J. D. Dewar, R. Anderson, Manual of Ready-Mixed Concrete, Blackie and Son, 1988
9. 政村兼一郎ほか, 生コンプラント-裝置と保守-, 日本コンクリ-ト工學協會, 1980. 7
10. 통계자료, 레미콘, 한국레미콘공업협회, 제11호, 1987. 3
11. 文翰英, 崔在眞, 張秦禹, 레디믹스트 콘크리트 운반차내의 콘크리트 品質變動에 대한 考察, 대한토목학회 학술발표회논문집, 1985. 10