

# 콘크리트의 品質管理 및 品質檢査(Ⅲ)

朴 承 範  
(忠南大學校 土木工學科 教授)

〈목 차〉

- |                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 7. 콘크리트의 품질관리를 위한 시험     | 8. 콘크리트 제품의 품질관리 예                  |
| 7. 1 개요                  | 8. 1 조립식 주택용 콘크리트 패널 (Panel) 제조의 QC |
| 7. 2 시험방법                | 8. 2 콘크리트의 말뚝(Pile)의 QC             |
| 7. 3 일상관리에서의 시험항목 및 시험회수 |                                     |
| 7. 4 기록 및 보고             |                                     |

## 7. 콘크리트의 品質管理를 위한 實驗

### 7.1 概要

재료에 대하여 통상 행하여 지고 있는 시험을 목적별로 구분하면, ① 사용여부를 결정하기 위하여, ② 입수가 가능한 재료중 최적의 것을 선택하기 위하여, ③ 공급되는 재료의 품질변화에 따라서 적당한 조치를 취하기 위한 시험으로 나눌 수 있다.

또한, 콘크리트에 대한 시험에 대해서는, ① 재료의 선택을 위하여, ② 배합을 결정하기 위하여, ③ 소요배합의 콘크리트가 제조되고 있는가 아닌가를 확인하기 위하여, ④ 양생의 적합성 여부 및 거푸집 제거시기를 결정하기 위하여, ⑤ 시공용의 기계·설비의 성능을 확인하기 위한 것 등으로 분류할 수 있다.

시멘트에 대해서는 일반적으로 물리시험과 필요에 따라서 수화열, 화학분석 및 이상응결의

각 시험이 실시되고, 또한 골재에 관해서는 체가름시험, 표면수량, 단위용적중량, 비중 및 흡수량의 각 시험과 필요에 따라서 세척시험, 유기불순물, 마모, 안정성, 콘크리트로서의 강도 및 동결융해, 알칼리 골재반응, 암석학적의 각 시험이 행해지고 있다. 그리고 콘크리트에 대해서는 컨시스턴시(consistency), 공기량, 압축강도의 각 시험과 필요에 따라서 단위중량, 블리딩, 압축강도 이외의 강도, 탄성적 및 비탄성적 성질, 투수, 동결융해 등의 각 시험이 실시되고 있다.

시험은 또한 실시하는 시기에 따라 공사개시전, 공사중 및 공사종료후에 실시하는 시험으로 나뉘어 진다. 공사개시전에 행하는 시험은 재료의 적합성 여부의 결정 및 콘크리트의 배합을 선정하기 위하여 실시하는 것이다. 따라서 기왕의 공사 및 기타로부터 재료의 품질이 밝혀진 경우에는 시험을 생략할 수 있다. 공사중의 시험은 좁은 의미의 관리시험이라고 할 수 있다.

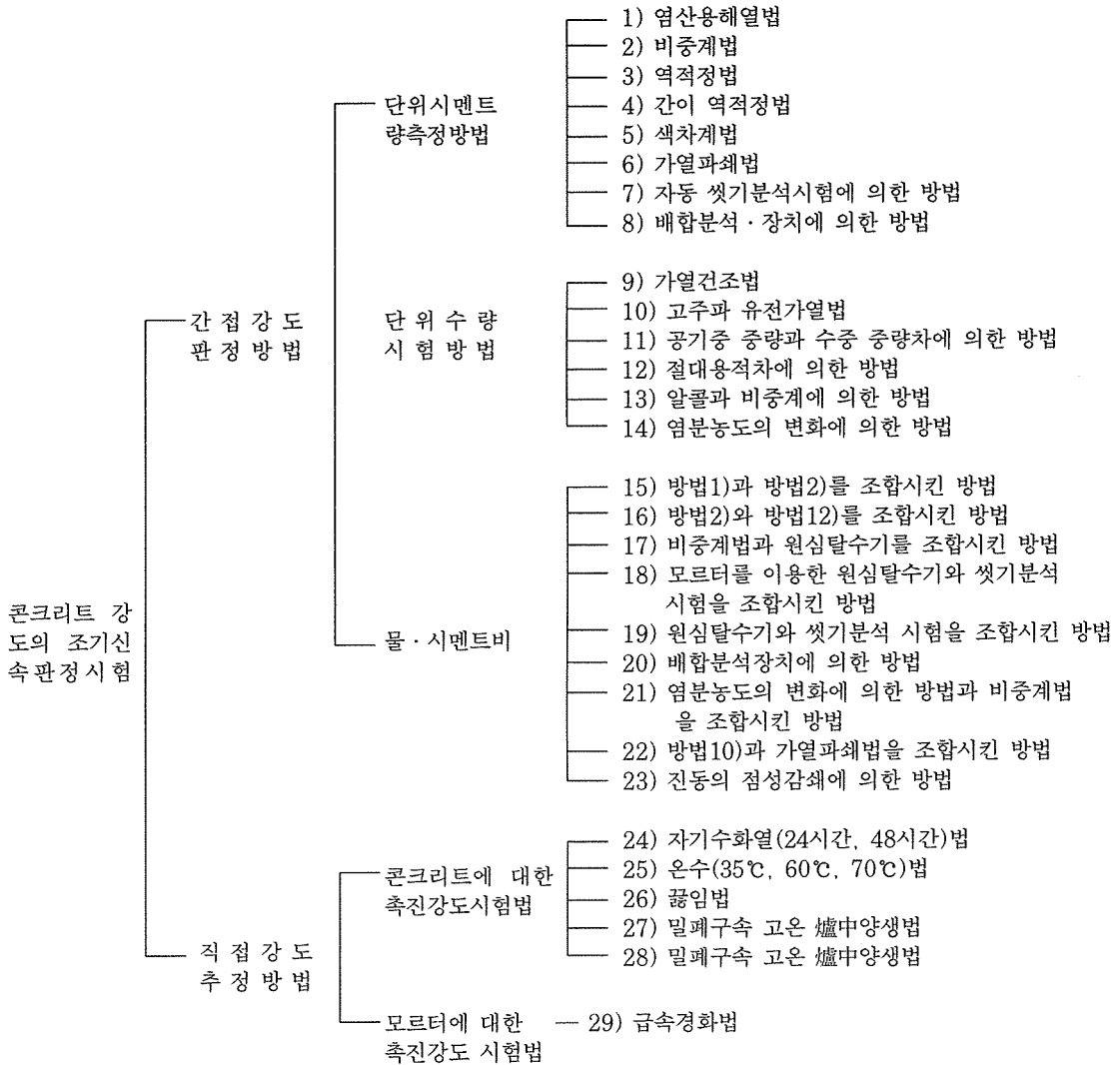


그림 7. 1 콘크리트 강도의 조기 신속 판정 시험 분류

또한, 공사 종료후에 있어서의 시험은 공사중 행한 시험결과부터 구조물의 콘크리트가 소요의 품질을 갖고 있는가 어떤가를 알지못하는 경우, 예를 들면 양생조건이 적당하지 않고 초기에 동해를 받았다는 우려가 있는 경우 등에 있어서 구조물이 사용목적을 달성하는가 아닌가를 확인하기 위해 행하는 것이다. 그리고 새로운 방법으로 설계된 구조물, 특별한 구조형식의 중요한 구조물, 특수한 재료를 이용한 구조물 등에 있

어서도 재하시험 등이 행해지고 있다.

## 7.2 試驗方法

### (1) 骨材의 管理試驗

품질관리를 위하여 실시되고 있는 시험으로서 토목학회규준으로 정해져 있는 시험이외에 골재의 표면수율시험, 잔골재의 조립율시험 등이 있다.

골재의 표면수율시험은 1일 2회 정도, 굵은골

재중의 5mm 이하의 양 및 잔골재중의 5mm이상의 양 측정은 1일 1회 정도 실시하여 그 결과를 현장배합에 반영시킨다. 잔골재의 표면수량 측정은 일반적으로 시료를 건조시켜 전함수량을 구하고 이로부터 흡수량을 빼서 구하는 방법이 많이 이용되고 있으며, 이 밖에도 메스실린더 방법, 가스압 수분계, 중성자 수분계, 유전율 수분계, 전기저항 수분계 등을 이용한 시험방법도 실시되고 있다.

또한 잔골재의 조립율시험에서  $\pm 0.2$  이상의 변화가 확인되는 경우에는 소요의 워커빌리티가 얻어지도록 시방배합을 수정한다.

### (2) 콘크리트의 試驗方法

슬럼프, 공기량 시험은 1일 2회 정도, 압축강도(포장콘크리트의 경우는 휨강도시험)시험은 1일 1회정도 실시하며, 이것을 관리도에 플로트하여 품질의 변동상태를 조사한다. 강도는 축진강도 또는 조기강도, 물·시멘트비의 측정값으로부터의 추정값으로 한다.

### (3) 早期에 品質特性을 얻기 위한 試驗

콘크리트는 재료의 품질, 배합, 비빔, 타설 및 양생까지 일련의 과정이 일정한 규정에 따라서 시행되어야 한다. 레미콘의 경우 레미콘 구입자가 생산업자로부터 상품을 구입할 때 지정하는 품질항목중 작업성, 공기량, 염화물총량 등은 현장에서 만족여부를 확인할 수 있으나, 구입자가 가장 중요시 여기는 강도의 경우는 28일 후이나 품질의 만족여부를 알 수 있다. 따라서 품질관리를 효과적으로 수행하기 위해서는 조기강도가 이용되는 것은 물론 각종 축진강도 시험법 및 물·시멘트비의 측정시험법이 개발되어 있고, 또한 굳지 않은 콘크리트의 블리딩수를 채취해서 질산은 적정법 등으로 염화물 함량을 측정하는 방법들이 개발되어 있다.

#### (가) 콘크리트강도의 조기판정방법

콘크리트강도의 조기판정방법은 여러가지가 개발되어 있으나 크게 다음의 3가지로 나눌 수

있으며 그 특징은 다음과 같다.

#### ① 아직 굳지 않은 콘크리트의 분석시험

가장 일찍 시험값을 얻을 수 있으나 이것은 콘크리트의 품질을 직접 나타내는 것이 아니라 품질의 가장 중요한 요인인 물·시멘트비 및 각 재료의 단위량을 나타내는 것이다.

#### ② 고온양생에 의한 축진강도시험

빠르면 수시간 후, 늦어도 3일 이내에는 시험값이 얻어지고, 양생조건을 제외하면  $\sigma_{28}$ 과 완전히 같은 인자의 영향을 받기 때문에 시험조건에 의한 변동이 작게 되면 대단히 유효한 시험이다.

③ 표준양생공시체의 조기재령에서의 강도시험  $\sigma_{28}$ 에 諸조건이 가장 가까운 것으로서, ①, ②에 비하여 시험값을 얻기까지의 시간이 상당히 느리다.

일반적으로  $\sigma$ 과  $\sigma_0$ 이 이용되고 있다.

이들 강도는 성형시의 공시체의 온도 및 양생 온도의 영향이 크기 때문에 이들에 대하여 충분히 고려할 필요가 있다.

#### 1) 축진강도시험

콘크리트를 습식체가름하여 얻은 모르터를 공시체로 하는 시험방법도 제안되어 있지만, 콘크리트의 강도는 매트릭스의 강도, 골재의 강도 및 매트릭스와 골재계면의 부착강도로서 구성되어 있기 때문에 콘크리트 공시체를 이용하는 것이 원칙이고, 또한 강도시험에는 공시체내의 힘의 전달기구를 고려하면 축진강도가 가능한 한 28일 강도에 근사한 것이 바람직하다.

일반적으로 축진강도 시험에는 다음과 같은 3단계의 양생에 대하여 각종 시간, 온도 및 방법을 조합시켜 실시되고 있다.

전치양생으로서는 자연방치, 보온양생, 항온양생이 있고, 축진양생에는 열수(熱水), 온수 및 자기수화열의 이용이 있으며, 후치양생에는

전치양생기간	축진양생기간	후치양생기간

공시체채취 축진양생개시 축진양생종료 강도시험

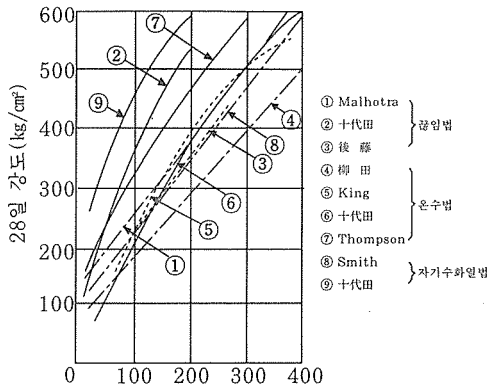


그림 7. 2 각종 축진강도 시험에 의한 축진 강도와 28일강도와의 관계

자연방치, 항온양생 등이 있다.

진치양생을 15~24시간 실시한 후 70℃의 온수에서 24시간 축진양생을 실시하고 재령 50시간에서 강도시험을 한 경우의 축진강도와 재령 14일 및 재령 28일의 표준양생강도의 사이에는 직선관계가 성립되는 것이 확인되고 있으며 다음과 같은 실험식이 제안되어 있다.

보통 포틀랜드 시멘트를 사용한 경우

$$\sigma_{14} = 1.04\sigma_{ee} - 0.94 \dots\dots\dots (7. 1)$$

$$\sigma_{28} = 1.12\sigma_{ee} - 71.6 \dots\dots\dots (7. 2)$$

여기서,  $\sigma_{14}$ ,  $\sigma_{28}$  : 재령 14일 및 28일의 표준양생강도(kg/cm<sup>2</sup>)

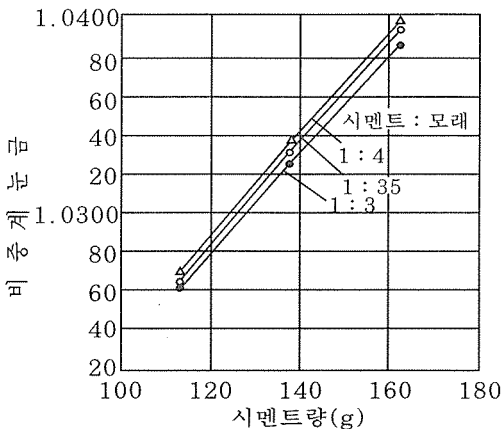


그림 7. 3 시멘트량과 현탁액의 비중과의 관계

$\sigma_{ee}$  = 축진강도(kg/cm<sup>2</sup>)

그림 7. 2는 각종 시험방법에 의한 축진강도와  $\sigma_{28}$ 와의 관계를 나타낸 것이다

### 2) 물·시멘트비의 측정시험

일반적으로 믹싱 후 30분 이내에 결과가 판명되기 때문에 타설전에 良·不良의 기준이 얻어져 적절한 조치를 취할 수 있는 것이 이 방법의 특징이다. 물·시멘트비의 측정시험에는 비중계법, 반응열법, 씻기분석법 등이 있으며, 각각의 원리는 다음과 같다.

① 비중계법 : 수중에 미립자가 많이 포함되어 있을수록 용액의 비중이 크게 된다는 원리를 이용하여, 모르타 현탁액의 비중을 측정하여 시멘트량을 구하는 것이다. 즉, 콘크리트에서 습식체가름하여 얻은 모르타 시료 2개를 만들고, 이것에 물을 가하여 교반시킨 후 모래를 침강시켜 시멘트 현탁액을 만들어 Baume 비중계를 이용해 그 비중을 측정해서 사전에 작성해 놓은 정량용 표준선(시멘트량과 비중계의 눈금과의 관계를 나타낸 그림)을 이용하여 시멘트량을 구한다(그림 7. 3 참조). 다른 1시료는 가열건조하여 수량을 구하는데 사용한다.

② 반응열법 : 습식체가름하여 얻은 모르타를 이용하여 모르타 현탁액을 만들고, 염산을 첨가했을 때의 반응열에 의한 상승온도가 시멘트량에 비례하는 것을 이용하여 시멘트량을 결정한다

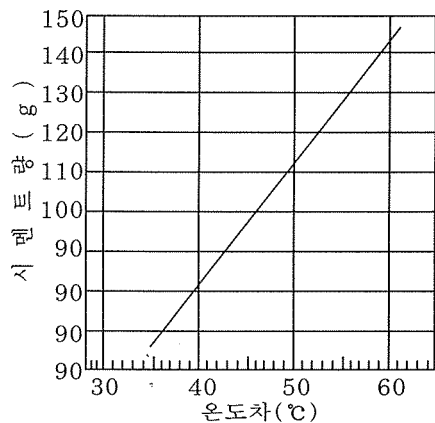


그림 7. 4 시료중의 시멘트량과 온도차의 관계

다(그림 7. 4 참조). 수량은 모르타 시료의 공기중량 및 수중중량에서 계산한다.

③ 씻기분석시험 : KS F 2411의 아직 굳지 않은 콘크리트의 씻기분석시험방법에 의한다.

(나) 굳지 않은 콘크리트중의 염화물의 간이신속측정법

콘크리트중에 규정 이상의 염화물이 포함되어 있으면 부식되어 구조물의 내구성을 저하시키는 요인이 된다. 최근 골재난으로 해사의 사용이 일반화됨에 따라 해사의 염화물에 대한 총량규제와 시험법도 규격화(KS F 4009-1991)되어 레미콘 출하지점에서 염소이온으로써 0.3kg/m<sup>3</sup> 이하이어야 하며, 다만 구입자의 승인을 얻은 경우 0.6kg/m<sup>3</sup>이하로 할 수 있다.

그러나 이 시험법에 의하면 콘크리트 생산에서부터 소요되는 1시간 전후에 염화물 총량을 판정할 수 없기 때문에 이를 해결하기 위해서 여러가지 간이신속측정법이 개발·활용되고 있으며, 시험지법, 전기적 염분계법 등으로 구별된다.

현장에서 사용할 수 있는 염분측정기는 표 7. 1과 같으며, 염화물 총량규제에 대한 품질검사 활동이 실질적으로 이루어지기 위해서는 국내에서도 간이신속 염분측정기의 개발과 이에 대한 검증활동이 요구된다.

### 7. 3 日常管理에서의 試驗項目 및 試驗回數

일상관리에서 있어서의 시험항목 및 시험횟수의 기준예를 일괄하여 나타낸 것이 표 7. 2이다.

### 7. 4 記錄 및 報告

골재의 입도 및 함수량, 콘크리트의 슬럼프·공기량·강도 등의 시험결과는 곧바로 책임기술자에게 보고하고, 책임기술자의 지시를 받을 필요가 있다. 또한, 보고서의 형식 등은 사전에 정해 놓으면 편리하다. 그리고 문제를 일으킨 경우 번잡하게 되지 않도록 하기 위하여 시험결

표 7. 1 콘크리트중의 염화물 측정기 현황

기 종	제 조 회 사	측 정 법
염분측정 SALT-C-6	(株) 吉山産業	전극전류법
염분측정계 QUANTAB	(株) 小野田	硝酸銀 적정법에 준하는 檢知計法
염분측정기 CS-10A	(株) 東亞電波工業	이온 전극법
염분중도계 U-7CL	(株) 堀場製作所	이온 전극법
염분측정기 SALT-99	(株) 東興化學研究所	이온 전극법
염분농도계 SALT-9 II	(株) 東興化學研究所	이온 전극법
SALMATE-100	朝日라이프사이언스	電量 적정법
北川式 염분검지관 SL형	(株) 光明理化學工業	硝酸銀 적정법에 준하는 檢知計法
염분중도계 PCL-1형	(株) 電氣化學計器	이온 전극법
염분농도계 CL-1A	(株) 里研計器	이온 전극법
염분농도계 CL-203형	(株) 笠原化學工業	이온 전극법
염분농도계 AG-100형	(株) 케트科學研究所	이온 전극법
검지관 SALTEC	(株) 가스테크	硝酸銀 적정법
염분농도계 AD-4721	(株) 다께다메디칼	銀 전극법
염분농도계 HS-5형	(株) 間粗	이온 전극법
염분농도계 EM-250	(株) 新에스모스電氣	이온 전극법

표 7. 2 일상관리시험항목 및 시험횟수

종 별	시험항목	시험규준 또는 규격	시 험 횟 수		
			토목학회규준 <sup>1)</sup>	日本道路公團	레미콘 KS공장 심사사항 <sup>2)</sup>
시멘트	일반물리시험	KS F 5110 5105	1회/월 제조회사의 성적표	左 同 3개월 이상저장시	제조회사의 성적표
골 재	비중·흡수량	KS F 2503	잔골재 1회/300m <sup>3</sup> 굵은골재 1회/500m <sup>3</sup> 채취장소 변경시	공사개시전 산지의 변경 품질의 변화 (1회/월, 정기관리 시험)	1회/월 이상 채취장소의 변경 품질의 변화
	세척시험 단위용적중량 유기불순물 마모감량 안전성	JIS A 1103 KS F 2505 2510 2508 2507	필요에 의해 특기 시 방서에 의해 지시		
	체가름 표면수량	KS F 2502 2509	2회/일 이상 오전·오후 2회를 표 준으로 한다 포장에서는 수회/일	잔골재 2회/일, 굵은골재 1회/일 잔골재 2시간마다 굵은골재 1회/일, 강우·강설후	1회/일 잔골재의 표 면수량 2회/일
혼화재	품질시험	KS F 2560	필요에 따라 특기 시방서에 지시	入荷마다/제조회사 의 품질증명	—
아 직 균 지 않 은 콘크리트	슬 럽 프	KS F 2402	2회/일 이상 오전·오후 2회를 표준으로 한다	배합이 다른 것마다 최초의 연속 5대, 이 후 10대마다	운반차마다
	공 기 량	KS F 2421	上 同	10대 마다, 온도가 급변했을 때	上 同
	씻기분석시험	KS F 2411	필요에 의해 특기 시방서에 지시	—	—
	콘크리트온도	—	—	오전·오후 각 1회	1회/일
	단위용적중량	KS F 2409	—	—	1회/일 이상
경 화 콘크리트	압 축 강 도	KS F 2405	1회/일 이상 각 1회 에 대해 공시체 3개	1회/110m <sup>3</sup> 또는 1회 /일, 1회에 대해 4개	1회/150m <sup>3</sup> 1회에 대해 3본
	휨 강 도	KS F 2408	2회/일	2회/100m <sup>3</sup> 1회에 대해 3개	—
	코 어	JIS A 1107	2개소/200m <sup>3</sup>	포장연장 400m이상 1개/일 250m이하 1개/3일	—
플 랜 트	계량기의 原器 검사·자동계량 장치의 검사	—	—	공사개시전 原器검사 는 1회/3월 계량장치 는 1회	계량장치 (靜)1회/6일 이상 (動)1회/월 이상
	믹서성능시험	JIS A 1119	—	공사개시전	1회/6월 이상

(주) 1) 시공관리기준 및 도로기술기준

2) 레미콘의 수입검사에 표시한 이외의 것. 세척손실중량 : 1회/월 이상.

또, 잔골재로서 산모래를 이용한 경우는 1회/주 이상, 염분 : 해사를 이용한 경우는 1회/주 이상  
물 : 1회/년 이상. 단, 상수도는 제외.

과가 불합격한 경우의 조치 및 그때 필요한 비용부담 등에 대하여 가능한 한 상세하게 규정해 놓는다.

시험의 종류, 횟수, 결과(최대값, 최소값, 변동계수, 표준편차 등), 작업공정, 시공상황, 양생방법, 날씨, 온도 등을 기록해 두는 것은 사용 후의 구조물의 손상 등에 대하여 조사하여, 그것을 장래의 공사를 위한 참고자료로서 활용하여 그 가치를 현저하게 증대시킬 수 있고, 또한 보수대책을 수립하는 과정에도 대단히 유익한 자료가 된다. 만약 공사기록이 정리·보존되어 있지 않으면 손상원인이 무엇인지, 손상을 받지 않도록 하기 위해서는 어떻게 하는 것이 좋은지 등의 경우에 대하여 아무런 정보도 제공할 수 없기 때문이다.

## 8. 콘크리트 製品의 品質管理 例

### 8. 1 조립식 주택용 콘크리트 패널 (Panel)제조의 QC

#### (1) 주택용 구성재 제조공장의 특징

조립식 주택(Prefab)용 콘크리트 패널과 같이 건축물의 구조체를 구성하는 PC(Precast Concrete) 부재를 공장생산하는 경우에는 다음과 같은 점을 배려하지 않으면 안된다.

- ① 구조재이고 내진계산 기준의 제약을 받는다.
- ② 건축현장의 省力化를 목표로 하고 부재의 대형화, 복잡화를 수반한다.
- ③ 개별수주생산이고 생산 로트(lot)가 작으며 생산의 계속성이 부족하다.

즉, 구조상 여유가 없이 빠듯하게 설계를 해서 재료비의 절약을 피하려고 하면 1층, 2층, 3층에서 벽판(壁板)의 배근량이 변하게 되는 등 다 품종으로 되고, 현장에서의 조립능률 향상을 목표로 하면 패널의 크기는 운반상 및 매달아 올릴 수 있는 최대한의 크기로 되고 납품도 다양하게 된다. 또한 주택의 수주를 받아서 설계도를 그리고, 확인신청허가를 얻는 것부터 생산에 들어가

기 때문에 계속적으로 생산하는 것은 어렵다. 특히 최근에는 용지난 및 대형단지규제로부터 일반적으로 프로젝트(Project)가 소형화 되고 있다. 또한 PC판은 천연자원의 골재와 시멘트 및 철근으로 구성되어 중량당의 부가가치가 적고, 무거우며, 부피가 큰 제품이므로 장기보관이나 장거리 운반은 코스트(Cost)상 불리하기 때문에 공장은 수요지 밀착형의 입지가 취해질 수 밖에 없고 대도시 근교에서 분산 배치된다.

제품의 부가가치가 낮고 작은 로트의 수주생산이기 때문에 수주량 변동에 적응할 수 있는 간단한 체질이 요구되며, 따라서 주택구성재료서의 PC패널 제조공장에서는 低설비장비, 노동집약적 생산이 이루어지며, 주요 노동장소에 대해서는 하청제도가 채용되고 있다.

#### (2) 주택용 PC패널 제조공장의 QC의 특징

주택용 PC패널 제조공장의 QC는 다음의 두 가지 성격을 달리하는 QC로 구분된다.

① 프로세스(process)공업형의 QC(주로 콘크리트 제조공장)

② 조립공업형의 QC(거푸집·철근가공조립에서 콘크리트 타설, 미장마무리, 타설, 저장공정 등) 다시 말해서, ①의 콘크리트 제조공정에서는 자재의 계량 혼합공정을 지배하는 기계장치의 성능, 운전조작, 유지관리와 자재의 품질이 산출물의 품질을 좌우한다. 장치의 성능과 운전조작에 중점이 있기 때문에 프로세스 공업형의 QC라고 불리어 진다.

현재 PC공장에서는 ②의 거푸집·철근가공조립 등에서의 작업은 거의 수작업으로 이루어지고 있다. 따라서 이들 공정의 QC에서는 인력관리가 중점으로 되고 있다.

여기에서는 다음과 같은 점이 중요하다.

- ① 생산성이 높고 안정한 품질이 확보되는 작업방법의 확립
- ② 이를 위한 작업연구, 시간연구, 공구의 개발 등이 이루어진다.
- ③ 노동자의 교육훈련 및 의욕을 개발하는 것

이 중요하다. 이를 위하여 QC 서클활동 등이 이루어진다.

콘크리트의 타설공정은 흐름작업식(일관작업식)의 공장에서는 자동화된 장치도 이용되고 있으나 대부분의 공장에서는 플렉시블 진동기(Flexible Vibrator)로 다짐하는 수작업도 있다. 흐름작업식의 공장에서는 테이블 진동기(Table Vibrator)의 진동수, 진폭, 진동에너지와 콘크리트의 배합의 관계 등 장치의 성능과 기술적 노하우(Know-how)가 QC의 수준을 규정하게 되지만, 플렉시블 진동기에 의해 사람손으로 다짐하는 공장에서는 작업방법 및 지도 등 사람의 작업관리가 중점으로 된다. PC패널 제조공장에서는 다품종의 작은 로트 수주생산에 대응하여 설비투자를 삼가하고 노동집약적인 생산을 행하고 있기 때문에 QC는 작업방법의 개선, 교육 및 의욕개발을 위한 소집단 활동이 중심으로 되고 있다. 또한 이들의 모든 활동의 성과를 높이기 위해서는 고용의 안정이 필요하고, 이를 위하여 공장의 생산량을 안정시키는 수주 활동이 경영상의 최대 과제로 되고 있다.

최근 다른 산업의 공장자동화(FA, Factory Automation)의 영향을 받아 PC부재의 제조공장에서도 자동화연구가 이루어지고 있다. 자동화장치의 도입에 의해 공정의 품질도 보다 높은 정밀도의 관리가 요구되어 왔다. 예를 들면, 콘크리트면의 미장마무리를 로봇에 의해 실시하게 하도록 하면 각 배치마다의 콘크리트 배합의 변동을 적게 하고 가압도 보다 균등하게 하지 않으면 균일한 마무리면은 얻어지지 않는다. 상황에 맞추어 작업할 수 있는 인간을 배제하므로써 전공정의 품질이 후속공정에 미치는 영향이 현저하게 되기 때문이다. 이와 같은 생산방식의 변화는 QC의 필요성을 근본부터 변화하게 된다고 판단된다.

### (3) PC패널 제조공장의 TQC

PC주택을 건설하는 각 회사에서도 최근에는 TQC가 적극적으로 도입되고 있다. PC패널 제

조공장에서도 전사적(全社的)인 활동의 일익을 담당하고 활약하고 있다. 이와 같은 전사적인 운동중에서 공장의 QC를 진행시켜 나가는 데에는 다음과 같은 점들에 주의할 필요가 있다.

① 전사의 운동방침에 맞추어 공장의 방침을 정하고 이것을 각 부문으로 전개한다.

② 전원참가의 QC 서클을 편성하여 TQC 운동중에서 위치를 정하여 전원참가의 운동으로서 고조시켜 간다.

③ 운동에는 공장장 이하 간부가 진두지휘해 나간다.

④ PC패널제품으로 완성한 주택에의 영향에 끊임없이 주의를 기울이고 애프터서비스(A/S) 부분, 공사부문에서 문제점의 피드백(feed-back)을 받는다. 또 이 데이터에 근거하여 제조공정개선을 되풀이 한다.

⑤ 공장의 제조공정상에서의 문제점을 설계부문에 피드백(feed-back)하고, 공장 및 설계부문의 협력을 토대로 PC패널 설계내용을 개선해 나간다.

⑥ 공장의 생산방법의 개선 및 자동화에 따른 설계내용의 변경에 관하여 협의를 되풀이 하면서 설계의 표준화를 진행해간다.

이상의 애프터서비스, 공사, 공장, 설계의 각 부문에 걸쳐 그림 8. 1에 나타낸 것과 같은 PDCA 사이클 표준화를 진행해간다.

이상의 애프터서비스, 공사, 공장, 설계의 각 부문에 걸쳐 그림 8. 1에 나타낸 것과 같은 PDCA 사이클을 원활하게 돌아가게 하는 것이 중요하다.

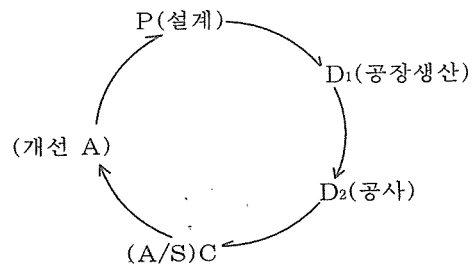


그림 8. 1 PC주택건설의 TQC



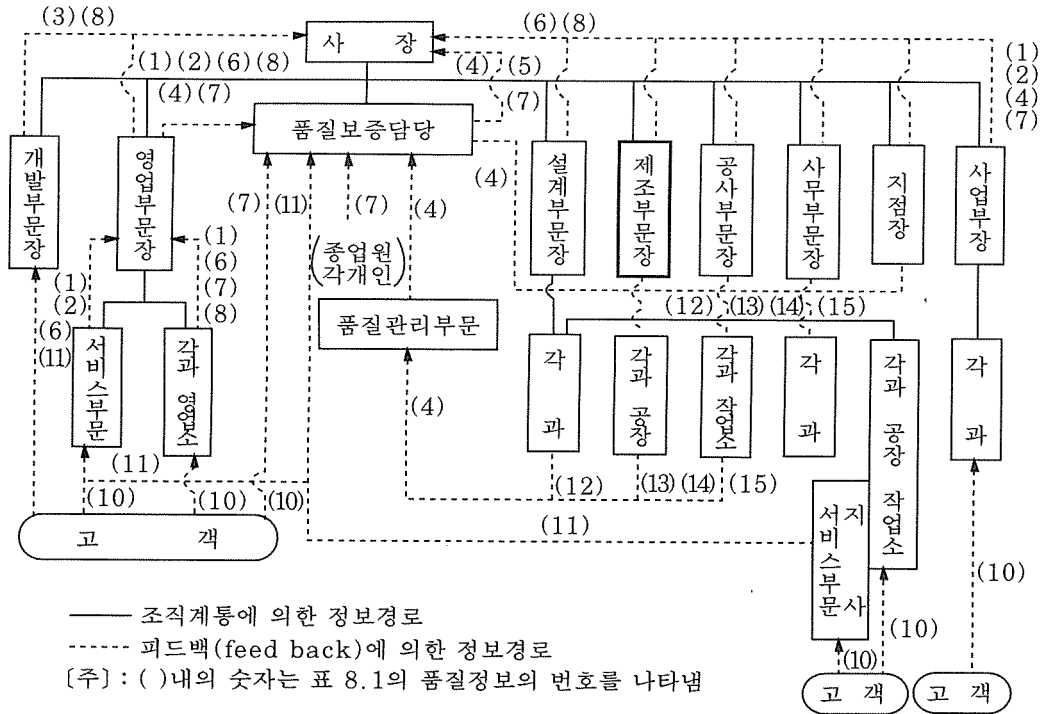


그림 8. 2 PC주택 건설기업 내의 품질정보 전달경로

표 8. 1 PC주택의 품질정보 일람표

정 보 구 분	내 용
중요품질정보	(1) 입주자의 불만에 관한 정보 중 중요한 것 (2) 유지보전·서비스업무에 관한 중요한 정보 ① 사회문제로 될 우려가 있는 것 ② 수리비가 많이 드는 것 (3) 신상품 개발을 위한 정보 중 중요한 것 (4) QC 활동중에 증대한 장애물이 있는 것 (5) 제품 책임 및 배상 책임을 수반하는 사항 (6) 지사제품에 관한 시장의 평판 중 중요한 것 (7) 타사제품의 품질정보 중 중요한 것
부문내 품질정보	(8) 제품품질에 관한 정보에서 자기 부문에 필요한 것 (9) QC에 관한 정보에서 자기 부문에 필요한 것
부문간 품질정보	(10) 고객의 불만 (11) 유지관리 결과의 집계 (12) 제품품질의 확보에 관한 사내 피드 백(feed back) 정보 (13) 전사적 QC 활동에 관한 정보 (14) 각 부문의 QC 활동에 관한 정보 (15) 사내 표준의 제·개폐에 관한 정보 (16) 부문간 연락회의 등에서의 결정사항 (17) 제품품질의 확보에 관한 시험·검사데이터



이 PDCA 사이클이 효과적으로 돌아가기 위해서는 전달하는 품질정보의 내용이 중요하고, 다음에 정보를 받아 전달하는 각 부문의 체계를 정확하게 정비할 필요가 있다. 그림 8. 2에 PC주택 건설기업의 품질정보의 전달경로를 나타내었고, 표 8. 1에 품질정보의 일람표를 나타내었다.

주택과 같이 복잡한 기능을 가진 상품에서는 완성된 주택의 품질 및 발생하는 고장은 기업내 각 부문에 관련되어 있기 때문에 관련이 있는 정보를 각 부문에 전달하고, 전사적으로 대응하여 나가야만 한다. 따라서 품질정보는 중요한 것과 그것보다 중요하지 않는 것으로 구분하고, 그 취급도 중점적으로 하여 부문내에서 처리할 수 있는 것과 부문간에 걸쳐 처리해야 하는 것으로 나누며, 부문간에 걸쳐 처리해야 하는 것에서는 필요 부문에 정확·신속하게 전달하고 그 조치 내용을 정확하게 확인하는 것이 중요하다.

주택에 발생하는 고장은 장기간을 경과하여 나타나는 것이 많다. 따라서 주택용 구성재료로서의 PC패널의 품질과 주택의 품질 및 고장의 관련에도 불명확한 점이 많다. 그러나 공장의 생산라인에서의 관리에서는 PC패널과 같은 품질특성이 장기간에 걸쳐 어떠한 고장과 관계되어 가는가, 그 관계가 확실하게 되어 있지 않으면 충분한 QC는 불가능하다. 이 때문에 현장에 반입되는 PC패널의 품질이 공사공정의 생산성 및 완성되는 주택의 품질에 미치는 영향을 확인하여 장기간에 발생하는 주택고장을 PC 패널 제조에 끊임없이 피드백(feed-back)해 나가지 않으면 안된다. 이를 위해서는 장기간에 걸친 고장 데이터(예를 들면, 빗물누수, 녹발생, 설비고장 등)가 집적되어 이것과 PC패널의 품질 및 공장의 생산공정의 관계가 계속 해석되어 개선을 해나가도록 하는 품질정보 시스템이 필요하다. 그림 8. 3은 컴퓨터를 이용한 품질정보 시스템의 순서도의 한 예이다. 이 정보시스템에서는 고장 데이터가 집적되어 고장과 구성재 및 공정(PC패널 제조공장과 건축현장의 공정)의 관계를 나타낸 기술적인 노하우(know-how)에

의해 그 고장을 감소시키기 위하여 개선대상으로 되는 중요한 부재와 공정이 추출되어 중점적인 대책을 취할 수 있는 구조로 되어 있다.

주택과 같이 품질 및 고장과 원인 사이의 인과관계가 복잡하게 얽혀 있는 상품에서는 다량의 데이터를 종합화하고 중점사항을 명확하게 하여 각 부문의 적절한 대응을 해나가는 것이 필요하고, 경영조직과 정보의 시스템적 정리가 요구된다.

다시 말해서 QC 활동의 기능의 전개가 중요한 과제이다.

## 8. 2. 콘크리트 말뚝(Pile)의 QC

### (1) 콘크리트 말뚝의 概要

기존의 콘크리트 말뚝은 대부분 원심력을 응용하여 제조되고 있다. KS에서는 KS F 4301(원심력 철근 콘크리트 말뚝(RC 말뚝)), KS F 4303(프리텐션방식 원심력 프리스트레스트 콘크리트 말뚝(프르텐 PC 말뚝)), KS F 4305(포스트텐션방식 원심력 프리스트레스트 콘크리트 말뚝(포스텐 PC 말뚝)) 및 KS F 4306(프리텐션방식 원심력 프리스트레스트 콘크리트 말뚝(PHC 말뚝))의 4종류가 있다. 또한 KS 이외에도 강관내에 콘크리트를 원심력다짐에 의하여 라이닝한 강관 콘크리트 합성말뚝(SC 말뚝) 등이 있다.

이러한 말뚝은 건축기초, 교대기초, 교각기초, 탱크기초, 건축기둥재, 교각, 옹벽 등에 널리 이용되고 있다. 말뚝은 주로 축방향하중에 대하여 설계된 기초말뚝과 축방향하중과 수평하중의 조합에 대하여 설계된 모멘트 말뚝으로 분류되면 각각의 용도에 적합하게 사용되고 있다.

PHC 말뚝은 PC 말뚝이 가진 우수한 특징은 물론, 고강도 콘크리트이므로 타설중의 파손이 적고, 큰 축하중에 견딜수 있다는 등의 특징이 있어 고품질·고성능 말뚝으로서 그 수요가 증대되고 있다.

KS에 규격화되어 있는 말뚝의 규정은 기본적인

으로 같지만, PHC 말뚝은 그 고품질을 보증하기 위하여 RC, PC 말뚝보다도 엄격한 규정으로 되어 있다. 이와 같은 품질보증의 중요성과 수요의 증대라고 하는 관점에서 콘크리트의 말뚝의 QC 예로서 PHC 말뚝에 대하여 기술하였다.

## (2) PHC 말뚝의 콘크리트

PHC 말뚝의 콘크리트 압축강도는 800kg/cm<sup>2</sup> 이상이다. 이런 고강도 콘크리트를 얻기 위하여 특수한 혼화재료(고성능 감수제, 실리카질 재료, 고강도 혼화제 등)를 사용해 常壓蒸氣養生에 의하거나, 또는 상압증기양생과 高溫高壓蒸

氣養生(Autoclave 양생)을 병용함으로써 조기 강도를 발현하는 제조법을 채용하고 있다. 오토클래브 양생에 의한 콘크리트의 강도발현은 칼슘 실리케이트 수화물(C-S-H)인 Tobermorite의 생성에 의한 경우가 많으며, 이것이 상압증기양생에 의한 강도발현과 현저하게 다른 점이다. Tobermorite를 다량으로 생성시키기 위해서는 실리카질 재료의 분말을 시멘트에 20~40% 혼합하고 오토클래브 양생조건을 온도 170~200℃에서 3~6시간 유지하고 있다.

고성능 감수제 및 고강도 혼화제를 혼입한 콘크리트를 상압증기양생에 의하여 제조하는 경우

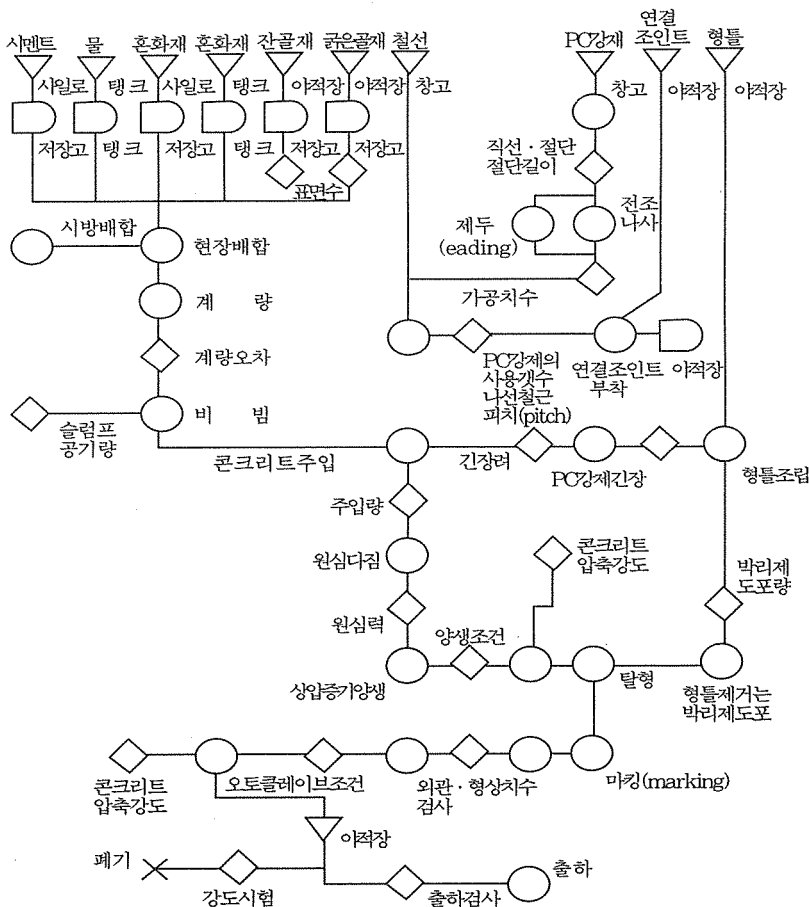


그림 8. 4 PHC 말뚝의 제조과정

최고온도를 90℃로 하는 것이 좋다.

### (3) 工程管理

PHC 말뚝의 품질을 확보하기 위해서는 KS F 4306에 규정하는 재료를 이용하고, 엄격한 공정관리를 행하지 않으면 안된다. PHC말뚝의 가장 일반적인 제조공정은,

- ① 콘크리트의 제조
- ② 철근의 가공·조립
- ③ 형틀 조립 및 긴장(緊張)
- ④ 콘크리트 주입
- ⑤ 원심력 다짐
- ⑥ 상압증기양생(1차 양생)
- ⑦ 탈형(프리스트레스 도입)
- ⑧ 오토클레브 양생(2차 양생)
- ⑨ 보관 및 출하

이다. 공정도의 한 예를 그림 8. 4에 나타내었다.

#### 1) 콘크리트의 製造

콘크리트 재료의 품질은 KS F 4306에 기초하여 콘크리트 표준시방서(대한토목학회), 건축공사 표준시방서 및 社内の 실적을 기준으로 정하는 것이 보통이다.

재료 중에서 시멘트에 관해서는 각 제조회사의 품질이 안정되어 거의 문제가 없지만, 골재는 천연재료이기 때문에 그 품질을 확보하기 위해서는 상당한 관리가 필요하다. 골재채취장에 있는 계열회사에서 엄격한 시방서에 의한 자갈, 모래, 부순돌을 각각 2종류로 나누어서 안정된 공급을 받고, 특히 다음에 고강도 콘크리트의 품질특성인 압축강도의 변동을 적게 하기 위해서는 골재의 표면수를 관리한다. 골재저장조는 빗물 및 햇빛을 차단하도록 지붕을 설치하고 반지하로 하며 여름철의 건조된 골재의 함수율을 보정하기 위한 散水설비 및 겨울철 동결한 골재의 가열과 보온을 위한 증기배관설비를 설치해야 한다. 이들 설비는 10개조 이상으로 하고, 골재의 크기, 종류별로 2조씩 설치하여 교대로 사용함으로써 굵은골재의 경우는 여름철이나 겨

울철에도 표면수율은 0.5~1.0% 정도로 유지할 수 있다. 잔골재에 대해서는 1일 2회 적외선 수분계에 의해 표면수율을 측정하고, 육안에 의해 관찰하여 그 결과를 그 때마다 계량조작원(operator)에게 연락해 수분보정을 행한다.

콘크리트의 시방배합에 관해서는 일상의 일반적인 관리이외에 매년 1회는 시험배합을 행하고, 시멘트와 실리카질 분말의 혼합비와 콘크리트의 압축강도의 관계를 확인하도록 한다. 주 1회 실시하는 제거를 시험성적을 토대로 2종류의 골재를 혼합(blend)하고, 시방배합에서 지시된 골재의 입도분포에 근사시키도록 노력하며, 굵은골재의 표면수에 대해서는 2종류의 표면수를 가정한 펀치카드(punch card)를 이용하여 상황에 따라서 나누어 사용한다. 또한, 매일 작업 개시전에 계량기를 캘리브레이션(Calibrotion)하여 최초의 계량은 단위계량에 의해서 동하중 조정과 함께 계량밸브 및 방출밸브의 불량에 의한 재료의 누락이 없는가, 또는 작동이 원활한가를 조사한다. 다음에 계량오차가 시멘트·물에서는 1%, 혼화제는 2%, 혼화제·골재는 3% 이내인가, 또 검인 기록된 값이 계량값과 일치하고 있는가를 확인한다. 최초로 비빈 콘크리트는 믹서 및 콘크리트 투입기(콘크리트 펌프)에 모르타가 부착하는 것을 고려하는 것이 필요하다. 겨울철에는 콘크리트의 비빔온도를 유지하기 위해 배치플랜트 전체의 시스템 난방에 의해 보온하고 콘크리트 펌프에는 온수를 공급한다.

슬럼프는 고성능 감수제를 사용하기 때문에 수량의 영향이 특히 크다. 이 때문에 골재저장조에서 표면수를 관리하는 것만으로는 불충분하기 때문에 비빔중의 믹서 부하전류를 검출해 일정값으로 되도록 물을 가하는 장치를 설치하고 있다. 그러나 믹서의 부하전류는 믹서내에 붙은 날(blade)등의 마모에 의해 변화하기 때문에 매일 슬럼프를 측정된 결과에 의해서 조정할 필요가 있다.

콘크리트 재료의 계량값은 배치번호(batch

number), 시간과 함께 확인 기록되지만, 이 밖에 제조조건 등도 가능한 한 기록하는 것이 좋다. 또 콘크리트 압축강도 시험용 공시체를 채취한 배치번호도 반드시 기록하고 배합검사를 한다.

#### 2) 鐵筋의 加工·組立

PC 강재의 절단치수는 말뚝의 길이에, 그리고 절단치수의 편차는 프리스트레스에 영향을 미친다. 절단치수 설정에는 프리스트레스에 의한 콘크리트의 탄성변형량도 고려하여 절단치수의 초기검사를 하고, 최대편차가 3mm 이하로 되도록 절단기 조정을 한다.

自動編成機는 가능한 한鐵線編成에 비틀림이 생기지 않도록 나선철근을 PC강재에 감아두는 방식을 채용하고, 약간의 비틀림은 철선편성을 형틀에 조립할 때에 교정하도록 한다. PC강재의 製頭(heading)는 溫間壓造機에 의하지만, 적정한 壓造조건을 변경할 때에는 頭部(head)의 강도시험을 행한다. 또한 절단치수 측정결과 溫間壓造 조건 등을 기록해 둔다.

#### 3) 形틀 組立 및 緊張

박리제는 여름철에 水溶性, 겨울철에 油性을 이용하는데, 이들의 도포(塗布)는 자동스프레이(Spray)에 의하고 있다. 도포에 의한 얼룩은 외관을 해치기 때문에 도포상태를 육안으로 확인하여 박리제가 형틀에 쌓이는 상태, 또는 도포 얼룩이 생길 때는 대걸레(mop)를 이용하여 닦아냄과 동시에 스프레이의 토출량을 조정한다. 형틀을 조립할 때에는 형틀 이음부에 모르타 및 이물질이 부착하지 않음을 확인한 후 접착제(bond)에 의해 조립한다. 이 때 접착제를 다지는 임팩트 렌치(impact wrench)의 공기압력을 5~7kg/cm<sup>2</sup>으로 유지시킨다.

PC강재의 긴장력은 프리스트레스에 영향을 미치므로 종류별로 긴장력을 압력변환기에 의해서 검출해 프로그램 제어를 행한 제품의 종류와 긴장력의 관계를 기록에 의해서 검사한다.

#### 4) 콘크리트 注入

PHC 말뚝의 두께는 주로 콘크리트의 주입량

에 의해서 결정된다. 주입은 콘크리트 펌프에 의해서 행하는 것이 일반적이다. 콘크리트가 콘크리트 주입관을 통해 이동한 양을 검출기로 측정하여 말뚝의 단위길이당 설계량과 비교함으로써 제품 전길이에 걸쳐 두께가 일정하도록 조절할 수 있게 된다. 두께의 편차는 원심력 다짐 및 공기량에 의해서도 영향을 받기 때문에 펌프를 작동하는 사람은 투입된 콘크리트 용적을 그 때마다 검인 기록값으로 Check하고 플랜트에서 공급된 콘크리트량에서 제품 1톤당의 사용량을 계산하여 제품 치수검사 성적의 두께와 대비시킴으로써 콘크리트 펌프의 관리를 행한다.

#### 5) 遠心力 다짐

원심력 다짐의 원심력은 말뚝 지름별로 과거의 실적을 참고로 하여 구하고, 계산에 의하여 전동기의 회전수로 환산해, 低速, 中速, 高速의 회전수와 회전시간을 정해 프로그램 제어를 행한다. 전동기의 회전수와 다짐시간은 원심기마다 자동으로 기록된다. 원심력 성형에 따른 재료분리는 최소로 한정시킬 필요가 있다. 이 때 필요에 따라 콘크리트의 시방배합을 결정할 때 사용한 원심공시체의 재료분리 정도와 비교하도록 한다. 또한, PHC 말뚝본체의 파괴휨시험을 행한 제품의 단면에서도 재료분리의 정도를 알고, 원심력 성형조건을 조정하는 것도 필요하다. 원심력 다짐이 끝난 PHC 말뚝의 中空部에는 원심력에 의해서 탈수된 물 등이 고이기 때문에 제품을 경사지게 하여 배출한다.

#### 6) 常壓蒸氣養生(一次養生)

상압증기양생의 효과 정도에 따라서 프리스트레스 도입시기가 결정된다. KS F 4306에서는 그 최고온도는 90℃이하로 하면 좋다고 되어 있지만, 설비의 종류 및 제품의 온도와 외기의 온도와의 차 등으로 부터 PC 말뚝과 마찬가지로 최고온도를 60℃로 하는 것이 좋다. 等溫養生時間은 프리스트레스 도입시의 압축강도가 A종에서 300kg/cm<sup>2</sup> 이상; B·C종에서 400kg/cm<sup>2</sup> 이상 되도록 정해져 있다.

겨울철의 상압증기양생에서는 원심력 성형이

끝난 제품을 곧바로 형틀 상태로 System Chamber에 반입하여, 전치양생을 여름철보다 1시간 이상 길게 20~30℃로 보온하는 동안 프로그램 제어에 의한 양생공정에 들어간다. 상압 증기양생의 等溫養生時間도 여름철보다는 3시간 길게 한다. 상압증기양생의 기록은 각 Chamber마다 자동기록한다.

#### 7) 脫型(프리스트레스 導入)

1차 양생을 마친 PHC 말뚝은 油壓 잭(jack)을 이용하여, 긴장력의 90~100% 범위로 잡아당기고, 다음에 서서히 풀어주어 말뚝 전단면에 대하여 균등하게 프리스트레스를 도입한다.

형틀에서 제품을 빼낼 때는 악영향을 주지 않도록 진공상태에서 빼내는 장치를 갖춘 크레인(crane)을 이용하면 좋다. 탈형직후에 외관, 형상, 치수검사를 실시한다. 표시는 제품에서 종류별마다 제품번호(연속 NO.)와 말뚝의 호칭, 제조회사명, 공장명, 성형 년월일 및 말뚝의 지지위치, 上中말뚝의 구별과 상품명 및 KS 마크 표시허가번호 등을 인쇄한다.

#### 8) 오토클래브 養生(二次養生)

외관, 형상, 치수검사에서 합격한 제품과 콘크리트의 압축강도 시험용 공시체에 대하여 오토클래브 양생을 실시한다. 오토클래브는 프로그램 제어에 의해 운전되지만, 이 경우 제품명과 함께 오토클래브 조건을 기록해 둔다. 오토클래브 양생을 한 제품을 반출할 때는, 여름철에는 외기를 오토클래브내로 반입해 서서히 냉각시키고, 겨울철에는 2대의 오토클래브를 교대로 사용해 24시간 이상 서서히 냉각시키는 등의 방법도 병행함으로써 오토클래브내의 온도와 외기온도의 차를 극소로 하는 것이 좋다.

#### 9) 保管 및 出荷

오토클래브 양생을 마친 말뚝은 종류, 길이마다 말뚝길이의 3/5 L을 지지위치로 하여 crane run-way하의 제품저장소에 보관한다. 보관한 말뚝이 일정 로트(lot)에 이르면 시료를 샘플링하여 본체의 휨시험을 행한다. PHC 말뚝의 콘크리트는 오토클래브 양생에 의해 극한

에 가까운 강도를 나타내고 있기 때문에 보관중에 특별한 양생을 행하지 않는 것이 보통이다. 출하는 크레인을 이용하여 트럭에 제품을 실어 운반하는 것이 보통이다. 이 경우 반드시 검사원이 입회하여 출하제품과 주문서의 조합, 확인, 하자 및 보관중에 생긴 불량개소의 유무등에 대하여 일련의 출하검사를 실시한다. 출하된 제품은 납입장소, 제품명, 제품번호, 차량번호 및 검사내용 등도 기록한다.

#### (4) 製品管理

PHC 말뚝의 제품품질을 관리하기 위해서는 원재료의 품질을 확보하고 엄격한 품질관리를 실시해 적절한 제품검사를 실시하고, 특히 중요한 품질에 대해서는 계속해서 QC를 행하는 것이 필요하다. KS F 4306 에 규정된 PHC 말뚝의 품질은, ① 외관, 치수, ② 본체의 휨강도, ③ 본체의 축하중 휨강도, ④ 본체의 전단강도, ⑤ 이음부의 휨강도 등이다.

① 의 외관, 치수 이외는 파괴를 수반하는 시험에 의해서 확인하지 않으면 안되기 때문에 당연히 발취검사를 행하게 된다. 그러나 발취검사 이론에 기초하여 제품 로트의 품질을 보증하는 것은 실제적인 문제로서 가끔 곤란한 경우가 많기 때문에 평상시는 대응특성으로서 콘크리트의 강도관리에 중점을 둔다. 여기에서는 제품관리에 대해서는 외관, 치수와 콘크리트의 압축강도 관리에 대해서만 언급하는 것으로 한다.

#### 1) 外觀, 値數

외관, 치수 검사는 제품을 탈형한 직후에 행한다. 외관에 대해서는 전수검사를 실시하고, 치수에 대해서는 KS F 4306 에는 발취검사로 규정되어 있으나 데이터 해석에 필요하기 때문에 전수검사를 실시하는 것이 좋다.

외관검사의 판정기준은 유해한 손상의 한도, 균열의 한도, 형틀 이음부의 段差 및 시멘트풀 누출에 의한 틈새, 말뚝내면의 簿落, 말뚝단면의 직각도, 말뚝 전길이에 걸친 휨 등에 대하여 규정한 사내규격에 의한다. 또한, 소음에 대한

표 8. 2 말뚝치수의 허용차(바깥지름 300~600에 대하여)

	KS F 4306	사 내 규 격
길 이	PHC 말뚝길이의 $\pm 0.3(\%)$	PHC 말뚝길이의 $\pm 0.3(\%)$
바깥지름	+5, -2	+5, -2 동시에 최대차 5이상
두 겹	+규정하지 않음	+10, 0
전길이의 휨	실용상 지장이 없는 값	PHC 말뚝길이의 1/1000이상
頭部の 직각도(分)	실용상 지장이 없는 값	20이하
先端部の 편심	실용상 지장이 없는 값	15이하

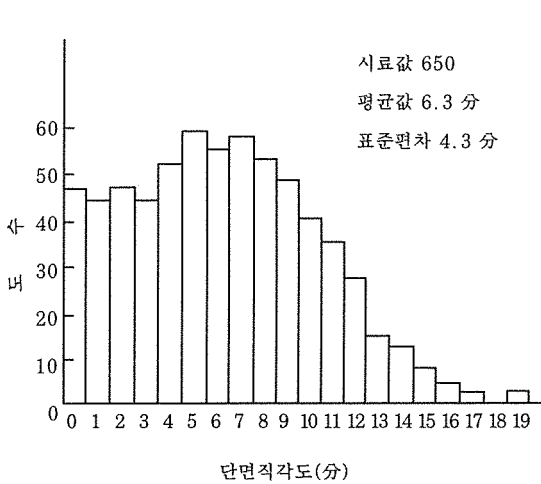


그림 8. 5 PHC 말뚝의 단면직각의 분포

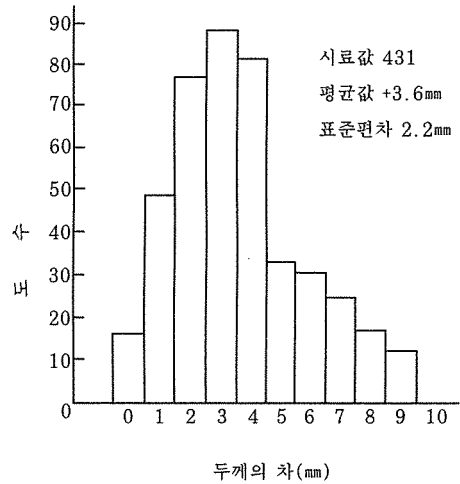


그림 8. 6 PHC 말뚝두께의 편차분포

저공해법의 하나인 中掘工法用的 말뚝에 대해서는 한계게이지를 이용해 中空部 전길이에 대하여 검사한다.

치수검사의 판정기준은 KS F4306 에 의하지만, 치수의 허용차에 대해서는 사내규격이 다소 엄격한 조건으로 되어 있는 경우도 있다. 검사 결과는 제품검사일지에 기록하고, 이들 데이터를 항목별로 도수분포도(histogram)로 정리해서 해석한다. 특히 말뚝의 두께에 대해서는 콘크리트 주입 공정관리에 유효하게 이용할 수 있다. KS F 4306 과 사내규격의 허용차 예를 표 8. 2에, 그리고 말뚝두께와 단면직각도의 도수 분포예를 그림 8. 5 및 8. 6에 나타내었다.

## 2) 콘크리트의 壓縮強度

PHC 말뚝의 콘크리트 압축강도시험에 이용하는 공시체는 KS F 2454(원심력으로 다져진 콘크리트의 압축강도시험방법)에 규정한 원심공시체이다. 공시체는 프리스트레스 도입시 강도(탈형강도)와 오토클레브 종료시 강도시험을 행하는데 필요한 갯수를 미리 채취한다. 공시체는 제품과 동일한 양생을 행하기 때문에 전수를 형틀 그대로 1차 양생 chamber에 넣은 후, 다음 날 아침 반수에 대해서는 제품보다 먼저 꺼내어 탈형하여 곧바로 압축시험을 행하고 프리스트레스 도입시 강도를 확인한다. 그리고 남은 반수는 탈형시킨 제품과 함께 오토클레브에 넣어 양



생종료후에 최대강도에 대하여 시험을 실시한다. 시험결과는 데이터로 정리해  $\bar{x}$ - $R_s$ - $R_m$  관리도를 이용해서 관리한다. 자료표(Data Sheet) 및 관리도의 예를 표 8. 3 및 그림 8. 7에 나타내었다.

공시체에 의한 콘크리트의 압축강도는 원심공시체를 이용해 제품과 동일 양생을 행한다고 해도 제품을 형성하는 콘크리트의 강도와 동일하다고는 말할 수 없다. 따라서 기회있을 때마다 제품에서 코어(core)를 채취해서 시험하고, 공시체와의 상관에 관한 자료를 수집하도록 노력

하는 것이 중요하다.

(3) 其 他

PHC 말뚝에 도입한 유효 프리스트레스를 KS F 4306 의 규정에 확실하게 만족시키기 위하여 유효 프리스트레스의 측정시험을 행하는 경우도 있다. 이 시험의 측정시기는 ① 1차 양생후, ② 2차 양생후, ③ 6개월 후, ④ 1년 경과후이다.

PHC A종 말뚝의 응력의 전손실량은 24~25% 이었다고 하는 시험예가 있다. PHC 말뚝의 내구

표 8. 3 원심공시체 압축강도 자료표 (data sheet)

측정단위 : kg/cm<sup>2</sup>

No.	측 정 값			계 $\Sigma$	평균값 $\bar{x}$	이동범위	측정오차		비 고
	a	b	c						
1	939	942	909	2790	930	35	33		
2	1025	1006	1013	3044	1015	85	19		
3	951	925	927	2803	934	81	26		
4	922	929	904	2755	918	16	25		
5	934	934	922	2790	930	12	12		
6	1007	974	1020	3001	1000	70	46		
7	971	975	936	2882	961	39	39		
8	894	919	898	2711	904	57	25		
9	938	953	929	2820	940	36	24		
10	938	952	928	2818	939	1	24		
11	923	958	969	2850	950	11	46		
12	873	872	874	2619	873	77	2		
13	887	900	914	2701	900	27	27		
14	880	893	892	2665	888	12	13		
15	878	887	878	2643	881	7	9		
16	974	953	936	2863	954	73	38		
17	966	973	974	2913	971	17	8		
18	981	969	983	2933	978	7	14		
19	913	917	929	2759	920	58	16		
20	940	942	959	2841	947	27	19		
21	931	936	925	2792	931	16	11		
22	935	915	928	2778	926	5	20		
23	925	957	972	2854	951	25	47		
24	933	906	942	2781	927	24	36		
25									

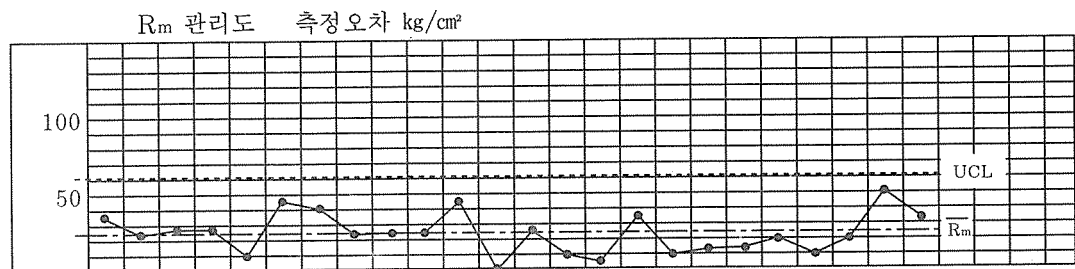
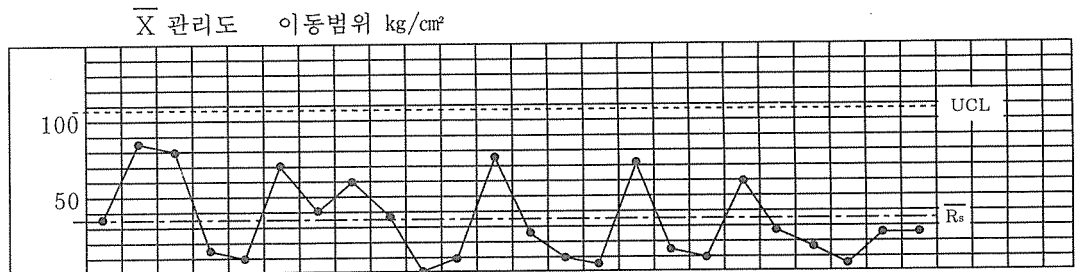
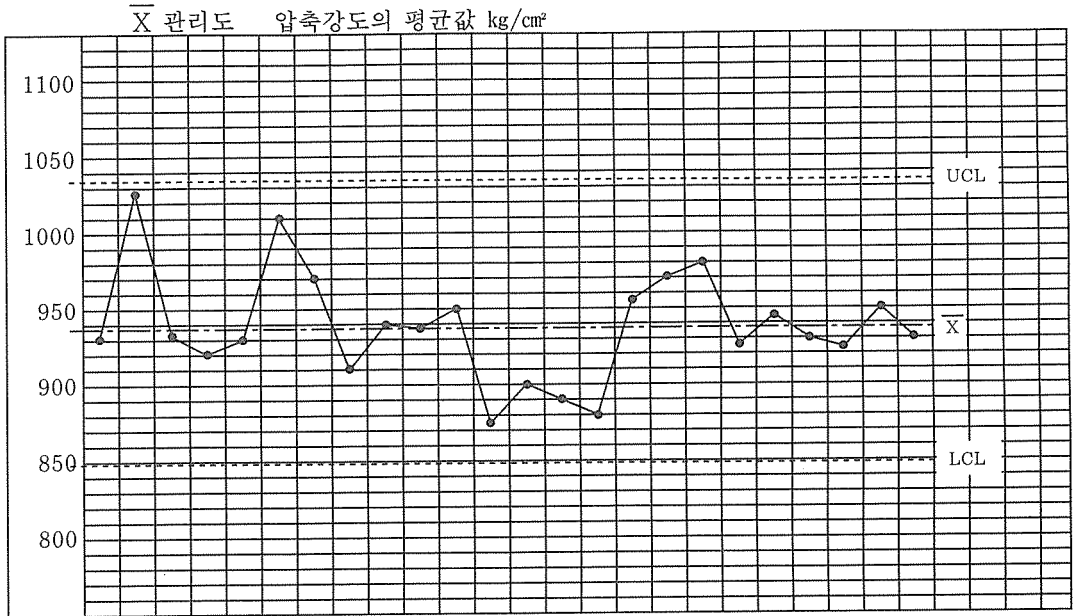


그림 8. 7 원심공시체의 압축강도의 관리 예

성을 유지하기 위해서 콘크리트의 PH 값을 11.5 이상으로 유지하는 것이 요구되고 있으나, 이것에 대해서도 년 1회정도 시험을 행해서 확인하도록 하는 것이 좋다.

### 8. 5. 品質保證

품질보증에 대해서는 단순히 KS를 만족시키는 것뿐만 아니라, 어디까지나 “고객의 요구를



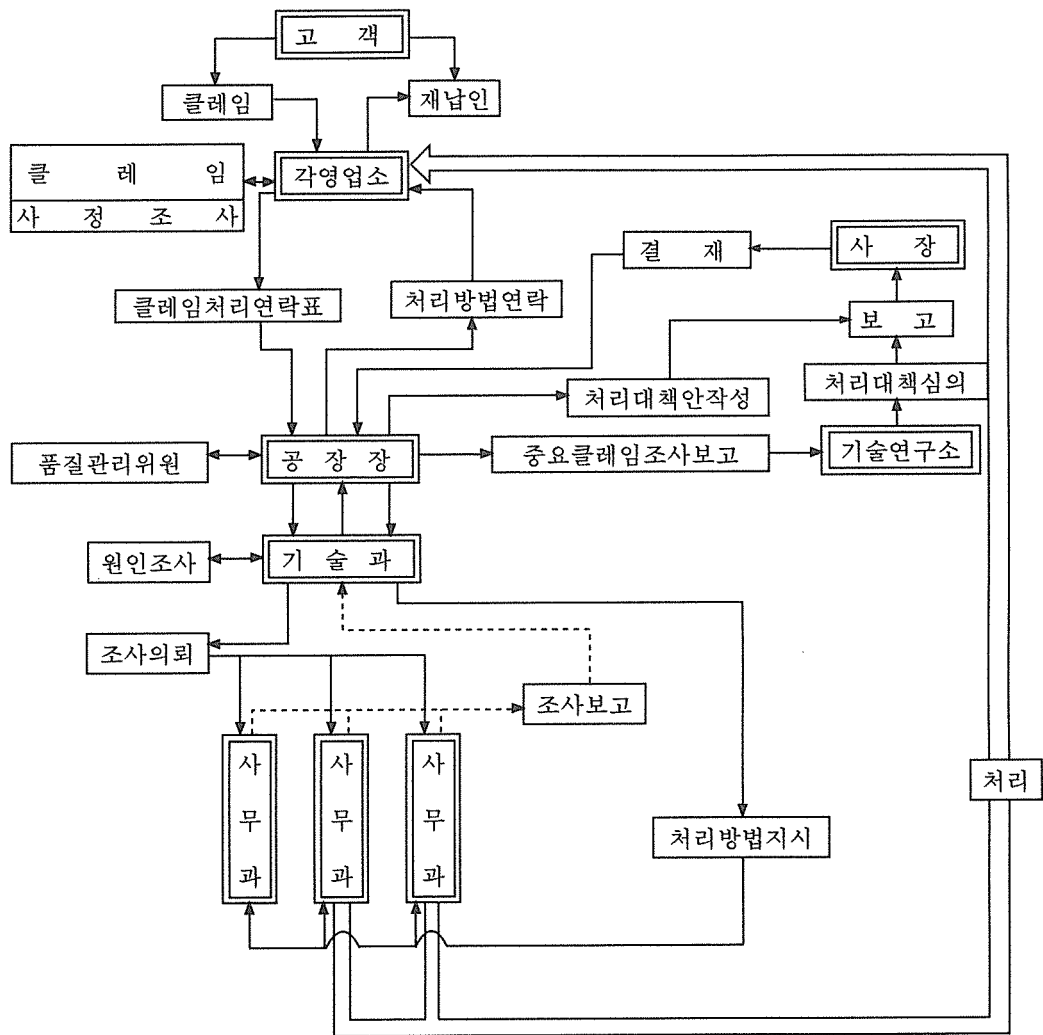


그림 8. 9 콘크리트말뚝의 클레임처리계통도의 예

만족시키는 품질"을 목표로 하여 사내조직을 충실히 함과 함께 TQC를 도입하여 회사가 일체로 되어서 목표달성을 위해 노력하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 품질에 대해서는 항상 정확한 정보를 얻을 필요가 있다. 이것을 다음의 4항목으로 나누어 생각할 수 있다.

- ① 원재료 받아들이기 검사로부터의 정보
- ② 제조공정관리로부터의 정보
- ③ 제품검사로부터의 정보

#### ④ 시작으로부터의 검사

품질보증체계의 한 예를 그림 8. 8에 나타내었다.

시장으로부터의 정보중에서 가장 많은 것은 고객으로부터의 불만(claim)이다. 이것을 처리할 때에는

- ① 원활하고 신속하게 행한다.
- ② 불만의 내용과 실태를 정확하게 파악한다.
- ③ 원인조사에 전력을 다한다.

④ 재발방지에 만전의 조치를 취한다.  
등의 것이 필요하다.

클레임(claim)처리 계통도의 예를 그림 8.9에 나타내었다.

全社的인 품질 검사활동도 품질보증에 만족할 수 없기 때문에 TQC추진본부가 주체로 되어 각 공장이 품질검사를 정기적으로 실시하는 것이 바람직하다.

## 參 考 文 獻

1. “콘크리트 便覽”, 日本 콘크리트 工學協會 編, (株)技報堂出版
2. “콘크리트의 品質管理”, 콘크리트의 品質管理編集委員會 編著, 日本規格協會
3. “콘크리트의 品質管理指針·同解説”, 日本建築學會
4. 岡田 清, 六車 熙 編著, “콘크리트工學 핸드북”, 朝倉書店
5. 小阪義天, “最新 콘크리트 技術”, (株) 森北出版, 1990
6. “JCI: 最新の 콘크리트 製造技術”, 콘크리트工學(特輯), No. 330
7. Joseph J. Waddell, “Concrete Construction Hand Book”, McGraw-Hill Book Co., 1974
8. “Concrete Manual”, Water Resources Technical Pub., U.S. department of the Interior Bureau of Reclamation, 1975
9. 柳田 力, “레데-믹스트-의 檢査”, JIS 레데-믹스트콘크리트(JIS 使 이方シリ-ツズ), 日本規格協會, 1980
10. 加賀秀治, “콘크리트의 品質管理”, 井上書院, 1979
11. 水野 滋, “品質管理-その基本と現狀について施工”, No. 168, 1980
12. “品質管理便覽”, 日本規格協會, 1972
13. “建設業의 TQC”, 日本規格協會, 1980
14. “生コン工場品質管理ガイドブック”, 全國生コンクリート工業 組合連合會, 1980
15. 明石外世樹, “콘크리트의 品質管理”, 第44回 콘크리트講習會テキスト, セメント協會, 1978
16. “레데-믹스트콘크리트 審査事項”, 工業技術院標準部材料規格課, 1973
17. 加賀秀治, 他 “콘크리트의 製造と品質管理”, 콘크리트ジャーナル, 1973
18. 中山紀男, “레데-믹스트콘크리트工場の 品質管理に關する實驗(その1)”, セメントコンクリート, 1969
19. Neville, A.M., “Properties of Concrete”, North-Holl and Pub. Co., 1970
20. 近藤奉天, 坂靜雄, “콘크리트工學 핸드북”, 朝倉書店, 1967
21. “最新 콘크리트 工學”, 韓國콘크리트 學會, 1992
22. 李順龍, “生産管理論”, 法文社, 1992
23. 大韓土木學會, 콘크리트 標準示方書, 1989
24. 大韓建築學會, 建築工事標準示方書, 1994
25. 大韓土木學會, 道路橋標準示方書, 1992
26. 韓國工業振興廳, 韓國工業規格(KS) 시멘트, 骨材, 콘크리트, 混和材料, 品質管理 등 關聯規格編
27. 朴承範, “最新 土木材料實驗”, 文運堂, 1992
28. 韓國建設技術研究院, “建設工事 品質管理에 관한 研究-指針書”, 建技研 研究報告書 87-CE-2, 1987
29. “KCI: 레미콘 産業의 現況과 開發動向”, 콘크리트 學會誌(特輯), Vol. 5, No. 3, 1993
30. 朴盛炫, “現代實驗計劃法”, 大英社, 1982