

# 건설관리 및 정보화 -품질관리-

2015년 4월 15일  
서종원 교수

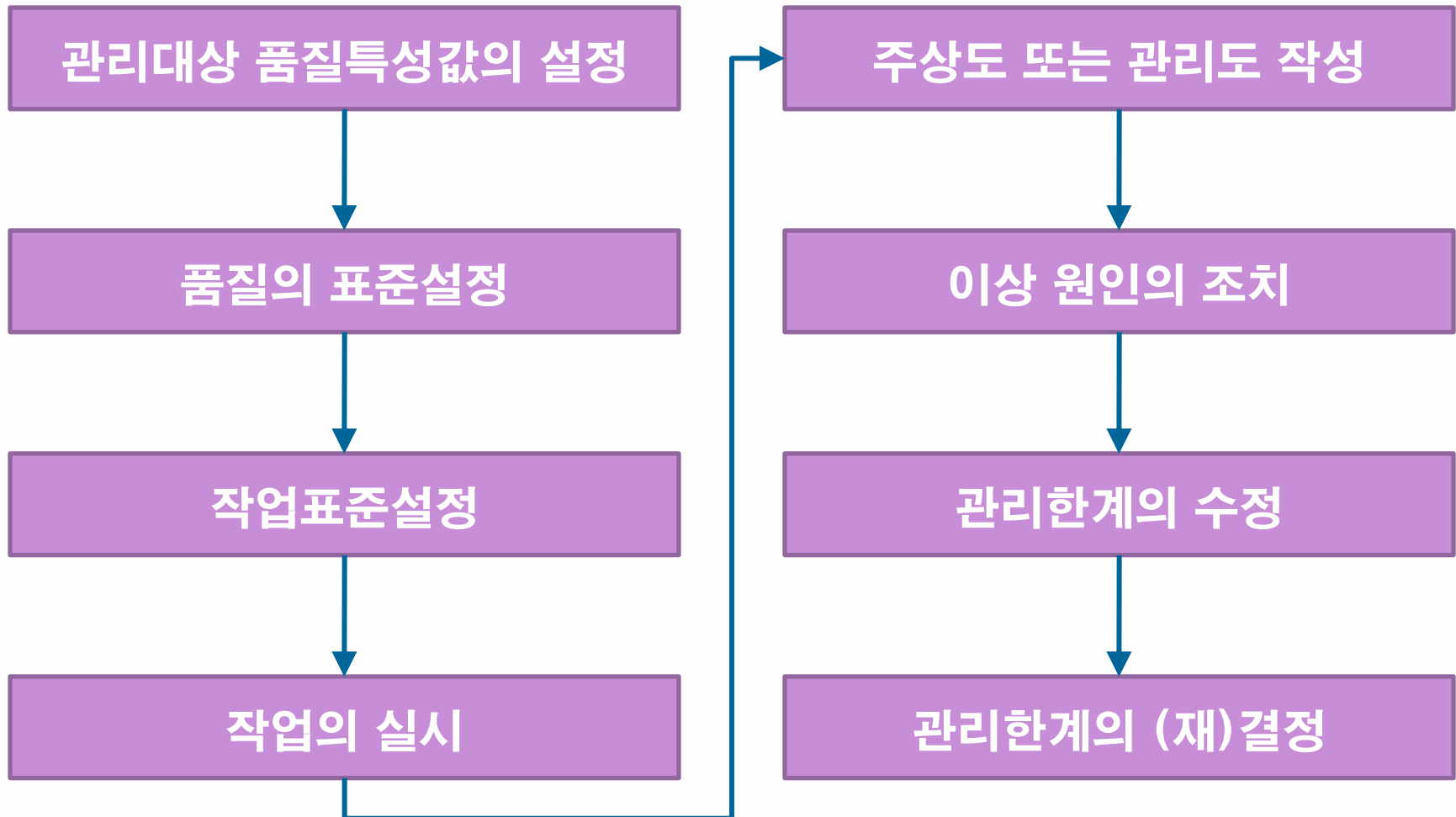
# 품질관리의 목표

- ◆ 최근 건설공사
  - 규모의 대형화
  - 복잡화
  - 사용자의 품질 요구수준 상승
- ◆ 제조업과 달리 체계적인 품질관리기법도입이 어려움
- ◆ 그러나 사회적 요구인 우수한 품질의 규격화된 구조물을 만들기 위해 품질관리수준 향상이 필요
- ◆ 건설공사 품질관리의 목표
  - 시공능력향상
  - 품질 및 신뢰성의 향상
  - 설계의 합리화
  - 작업의 표준화
- ◆ 즉, 시공과정 및 완성한 시설물의 품질특성값을 관리해 발주자의 요구에 일치하는 구조물을 경제적으로 생산하는 것

# 건설공사 품질관리의 특수성

- ◆ **단일수주생산**: 발주자가 샘플을 보고 선택하는 것이 아니라 완성물을 대상으로 함으로 단일생산으로 이루어짐
- ◆ **생산장소가 일정하지 않음**: 제조업은 한정된 장소에서 정적으로 작업이 이루어지는 반면에, 건설공사는 외부공간에서 동적으로 작업이 이루어지므로 품질관리의 어려움이 있음
- ◆ **생산품의 수명이 김**: 시설물은 사용수명이 길기 때문에 품질평가를 받는 기간도 오래 걸림
- ◆ **구조물의 품질평가기준이 모호함**: 객관적인 품질평가기준이 없으므로 완성물의 품질을 객관적으로 평가할 수 있는 방법이 모호
- ◆ **표준화의 어려움**: 동일한 공사를 반복적으로 시행하는 경우는 거의 없으므로 공사내용의 표준화가 어려움

# 품질관리의 수순



# 품질특성값의 구분

- ◆계량값: 도로포장의 두께값이나 콘크리트 압축강도값들과 같이 연속적으로 측정이 가능한 자료값으로  $\bar{X}$ , R 관리도 등으로 측정
  - $\bar{X}$ , R 관리도
    - ▶계량값의 품질특성값 표본관리에 사용
    - ▶품질특성값의 조별 평균값 사용
- ◆계수값: 임의 공종에 사용된 철근량 등과 같이 단속적으로 측정이 가능한 자료값으로 P, Pn관리도 등을 이용해 측정
  - P, Pn 관리도
    - ▶계수치의 품질특성값 표본관리에 사용
    - ▶공정의 관리상태를 조별 제품의 불량률로 결정하는 방법과 조별 제품의 불량개수로 결정하는 방법으로 구분

# 관리도에 의한 품질관리

- ◆ 완성된 시설물의 품질특성값 적정여부를 파악하기 위해 완성된 부분 전체의 세세한 부위까지 모두 조사해 품질특성값을 일일이 파악하는 것은 현실적으로 불가능 → 품질특성값의 표본자료를 추출하는 통계적인 방법으로 전체 표본자료를 추출한 효과를 갖도록 해야함
- ◆ 대표적인 방법  $\bar{X}$ , R 관리도
  - $\bar{X}$  관리도: 품질특성값의 조별 평균값을 이용해 관리한계 포함여부 판단
  - R 관리도: 조별 품질특성값의 변동범위값으로 관리한계 포함여부를 관리

# 관리도에 의한 품질관리

## ◆ 관리도의 용어정의

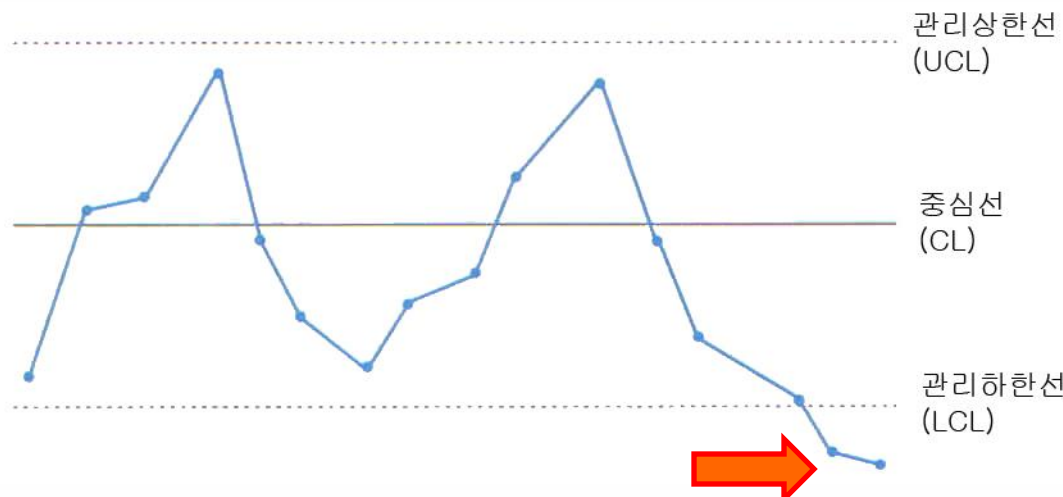
- $\bar{X}_i$  :  $i$ 조 품질특성값의 평균값
- $\bar{X}$  : 품질특성값 전체의 평균값
- $K$  : 품질특성값 표본조의 개수
- $R_i$  :  $i$ 조 품질특성값의 변동범위 ( $X_{\max} - X_{\min}$ )
- $\bar{R}$  : 품질특성값 전체의 변동범위 평균값
- $A_2, D_3, D_4$  : 시료수에 따른 관리도의 계수값



# 관리도에 의한 품질관리

## ◆ $\bar{X}$ 관리도

- 관리상한선 UCL (Upper Center Line) =  $\bar{X} + A_2 \bar{R}$
- 관리하한선 LCL (Lower Center Line) =  $\bar{X} - A_2 \bar{R}$
- 중심선 CL (Center Line) =  $\bar{X} = (\sum_{i=1}^K \bar{X}_i) / K$



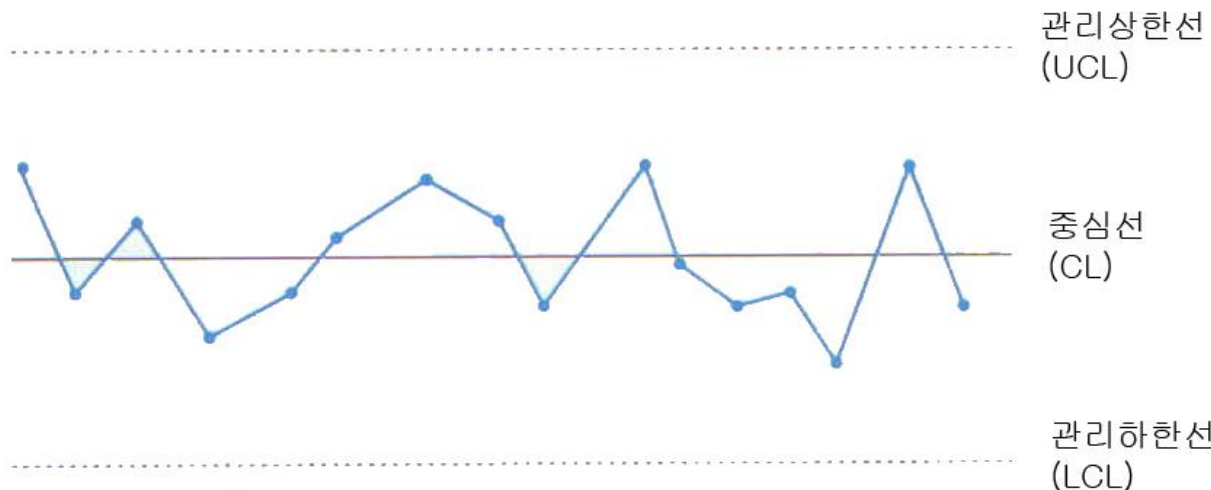
- ◆ 마지막 2개 조의 품질특성값 평균값이 관리하한선을 벗어나 있으므로 품질관리상태가 불량함



# 관리도에 의한 품질관리

## ◆ R 관리도

- 관리상한선 UCL(Upper Center Line) =  $D_4 \bar{R}$
- 관리하한선 LCL(Lower Center Line) =  $D_3 \bar{R}$
- 중심선 CL(Center Line) =  $\bar{R} = (\sum_{i=1}^K \bar{R}_i) / K$



- ◆ 모든 조의 변동범위값이 관리상한선과 하한선 내에 분포되어 있으므로 변동범위의 관리상태가 양호함

# 관리도에 의한 품질관리

## ◆ 관리도의 작성수순

- 품질특성값의 표본조사값이 있는 5개조  $\bar{X}$ , R 관리도의 관리상한선 및 관리하한선, 중심선값을 계산해 관리도로 작도도에 타점
- 각 조별 품질특성값의 평균값과 변동범위값을 관리도에 타점
- 관리한계의 포함여부를 판단해 관리한계를 벗어난 경우 이상 원인을 파악해 조치
- 모든 조별값이 관리한계 내에 있을 경우에는 다음 5개조를 포함한 전체 10개조를 대상으로 각 관리도 상하한선을 재계산하고, 조별 평균값과 변동범위값은 이전의 5개 타점부분에 연이어 타점해 작성
- 관리한계의 포함여부를 판단해 10개조의 값이 모두 관리한계에 있을 때에는 10개조의 값을 연이어 타점하고, 20개조 전체를 대상으로 관리한계선을 재작성한 후 관리한계 포함여부를 검토

# 관리도에 의한 품질관리

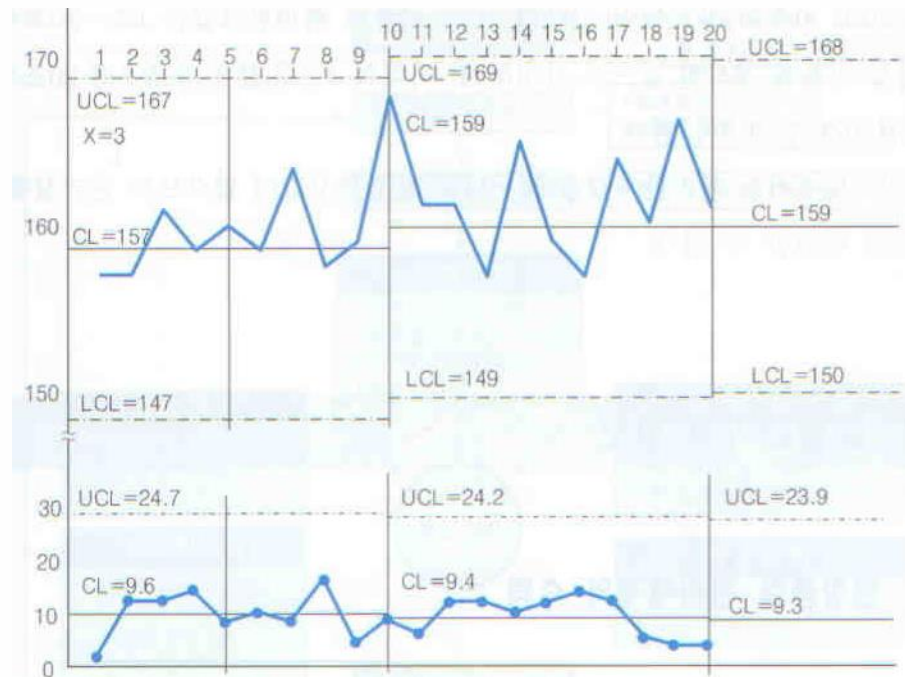
## ◆ 관리도의 판독

- $\bar{X}$  관리도에서 조별 타점값이 관리도 중심선을 기준으로 촘촘히 분포하는 양상이면 품질특성값 관리가 양호한 상태
- R 관리도에서 타점분포가 중심선을 기준으로 촘촘하게 분포해 있으면 균일한 품질상태를 갖고 있음을 의미
- 품질관리가 관리상태 밖에 있음을 의미하는 경우
  - 관리도내 타점된 값들이 연속적으로 일정한 개수 이상으로 관리한계선 밖에 타점된 경우
  - 타점된 양상이 연속 5점 이상 위, 아래방향으로 타점된 경우
  - 관리중심선을 기준으로 일정비율 이상이 위 또는 아래방향에 위치하는 경우
  - 관리도의 전체타점양상이 주기를 갖고 타점되는 경우
- 품질특성값은 관리한계 내에서 특정 주기형태를 갖지 않고, 중심선을 기준으로 상하부에 균등하게 분포하는 것이 이상적

# 관리도에 의한 품질관리

## ◆ 관리도의 분석 예제

일자	조번호	측정값			계 $\sum x$	평균값 $\bar{x}$	범위 R		
		$x_1$	$x_2$	$x_3$					
6. 8	1	154	156	156	466	155	2	$\bar{X} \pm A_2\bar{R} = 157 \pm 10 = 167 \sim 147$ $D_4\bar{R} = 2.57 \times 9.6 = 24.7$ $\bar{R} = 48 \div 5 = 9.6$	
6. 9	2	156	148	160	464	155	12		
*	3	160	156	168	484	161	12		
10	4	150	164	158	472	157	14	평균 = 157 $\bar{R} = 9.6$	
*	5	162	160	154	476	159	8	누계 787      48	
	소계					787	48	소계 787      48	
11	6	158	152	162	472	157	10	$\bar{X} \pm A_2\bar{R} = 159 \pm 10 = 169 \sim 149$ $D_4\bar{R} = 2.57 \times 9.4 = 24.2$ $\bar{R} = (48 + 46) \div 10 = 9.4$	
*	7	158	164	166	488	163	8		
13	8	146	160	162	468	156	16		
14	9	156	158	160	474	158	4	평균 $\bar{X} = 159$ $\bar{R} = 9.4$	
*	10	164	166	172	502	167	8	누계 1,588      94	
	소계					801	45	소계 801      46	
15	11	158	164	160	482	161	6	$\bar{X} \pm A_2\bar{R} = 159 \pm 9 = 168 \sim 150$ $D_4\bar{R} = 2.57 \times 9.3 = 23.9$ $\bar{R} = (48 + 46 + 92) \div 20 = 9.3$	
*	12	162	166	154	482	161	12		
18	13	148	160	158	466	155	12		
*	14	158	168	164	490	163	10		
19	15	164	152	158	474	158	12		
*	16	162	148	156	466	155	14		
20	17	158	170	162	490	163	12		
*	18	156	162	160	478	159	6		
21	19	166	164	162	492	164	4		평균 $\bar{X} = 159$ $\bar{R} = 9.3$
*	20	158	162	160	480	160	4		누계 3,187      186
	소계					1,599	92	소계 1,599      92	



- 관리한계값을 벗어나는 품질특성값 없음  
→ 관리상태에 있음

# 현장품질 관리체계의 수립

## ◆ 본사측면의 주요품질관리 업무분담

- 품질경영 대리인: 품질경영시스템의 수립 및 이행보증 총괄책임
- 품질본부: 품질인증체계 취득 및 유지관리
- 품질팀: 품질관련 대내외업무수행 및 주요시험수행

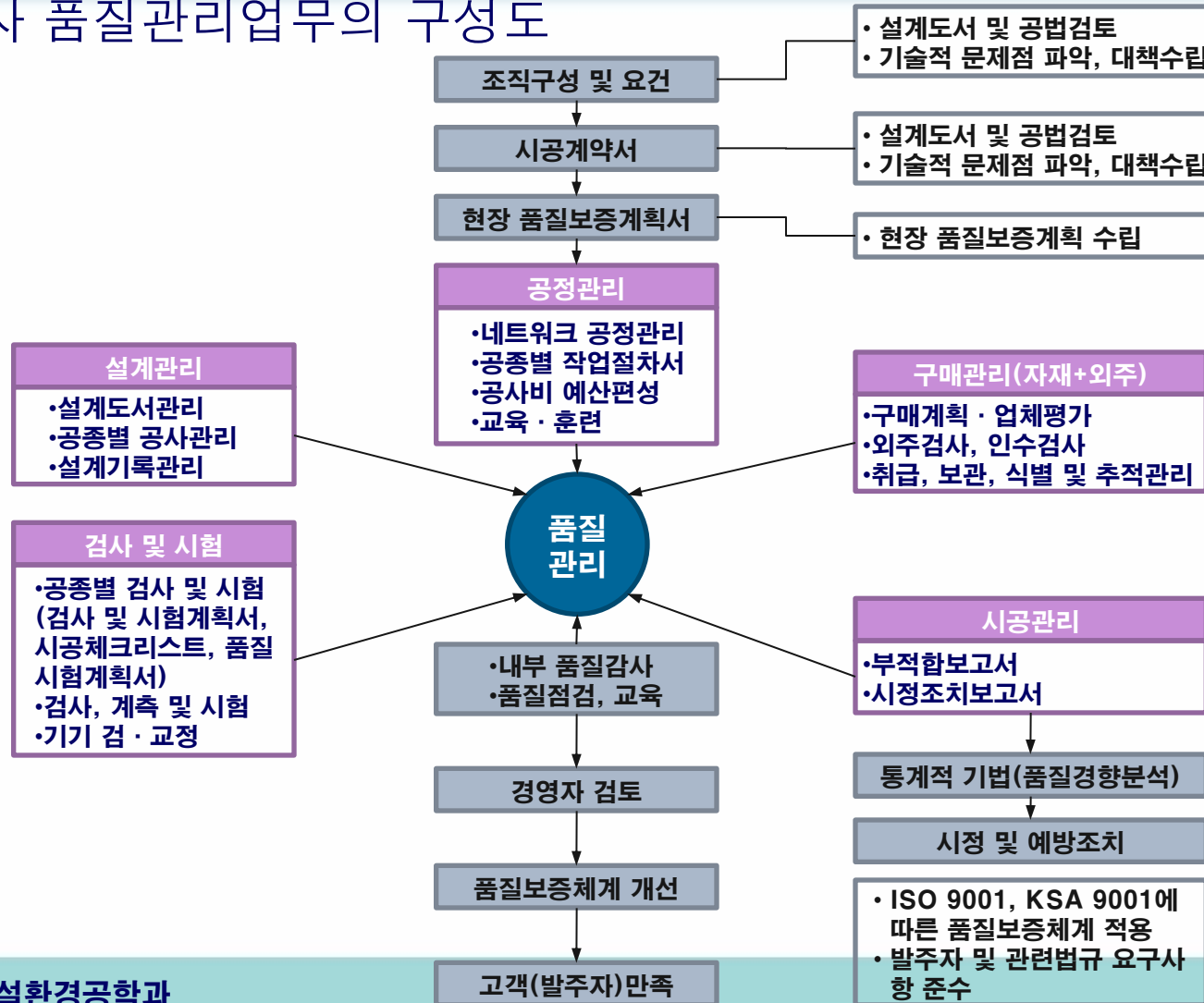
## ◆ 현장측면의 주요품질관리 업무분담

- 현장대리인: 현장품질 관리활동의 총괄책임
- 품질관리 책임자: 품질관련 활동계획의 수립 및 이행
- 품질관리 담당자: 품질시험계획에 따라 시험실시 및 검사, 보고



# 현장품질 관리체계의 수립

## ◆ 건설공사 품질관리업무의 구성도



# 현장 품질보증체계의 수립

## ◆ 본사 품질보증업무

- 품질경영시스템 구축으로 고품질확보를 위한 기반을 구축하고, 공종별 품질계획서를 수립해 계획시공에 따른 원가절감과 품질향상을 실행

## ◆ 현장 품질보증업무

- 발주처 요구사항 및 시방서규정을 준수해 현장품질계획을 수립하고 점검리스트에 의한 정기점사와 시험으로 부실시공을 방지

## ◆ 품질보증체계

- KSA/ISO 9001 품질경영시스템을 적용해 계약요구사항, 시방서규정, 법적요건 등에 적합한 품질수준을 성취하도록 보증하는 것

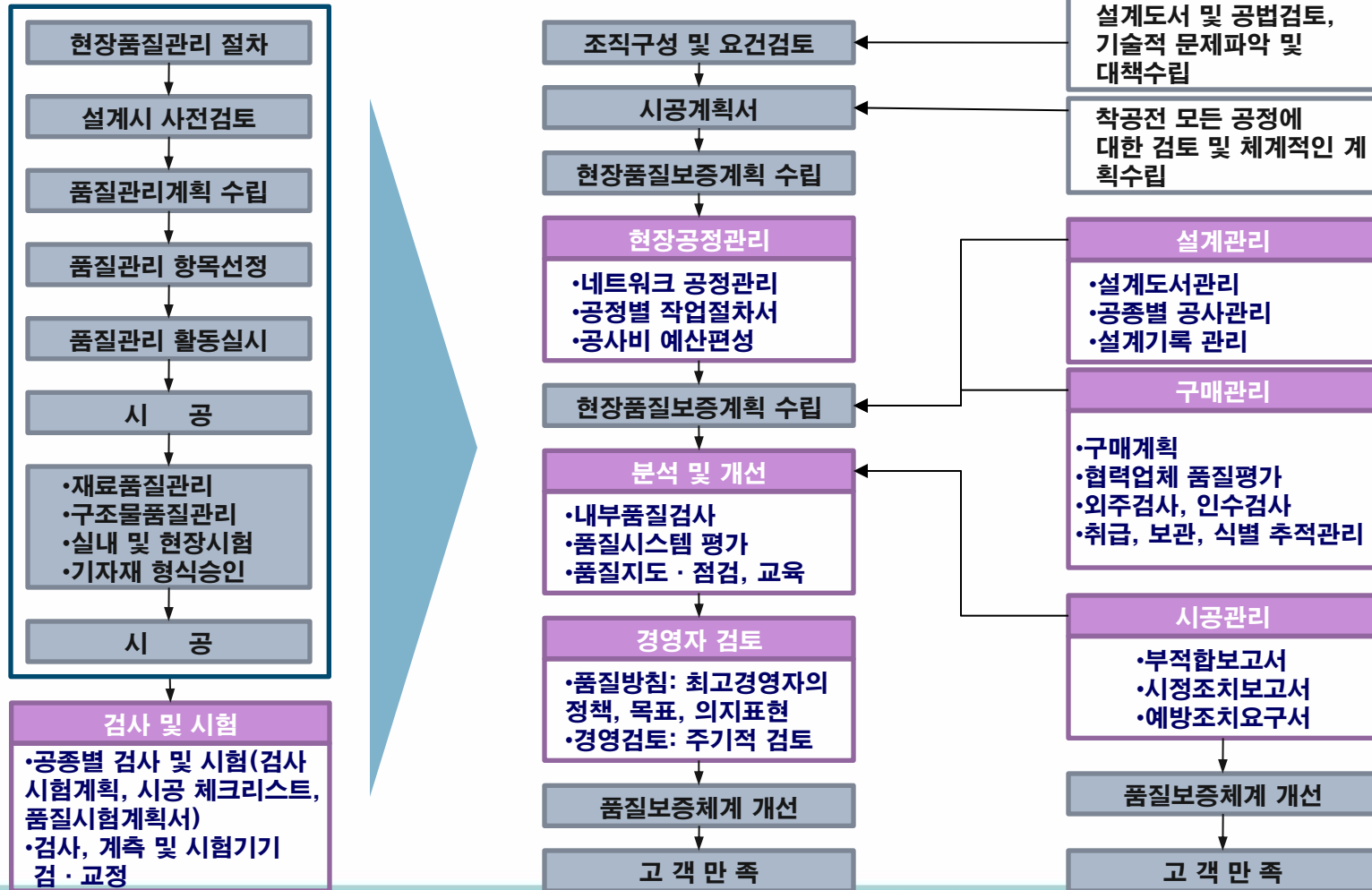
## ◆ 품질보증계획서

- 특정제품, 서비스, 프로젝트계약에 대한 품질관리업무, 자원 및 활용순서 등을 정한 문서
- 시공자가 발주자의 요구사항을 반영해 현장특성에 맞도록 작성한 품질문서
- 하부 이행문서로 각종 검사 및 시험계획, 체크리스트 등을 포함하는 작업절차서 등으로 구성



# 현장 품질보증체계의 수립

## ◆ 건설공사의 품질보증체계



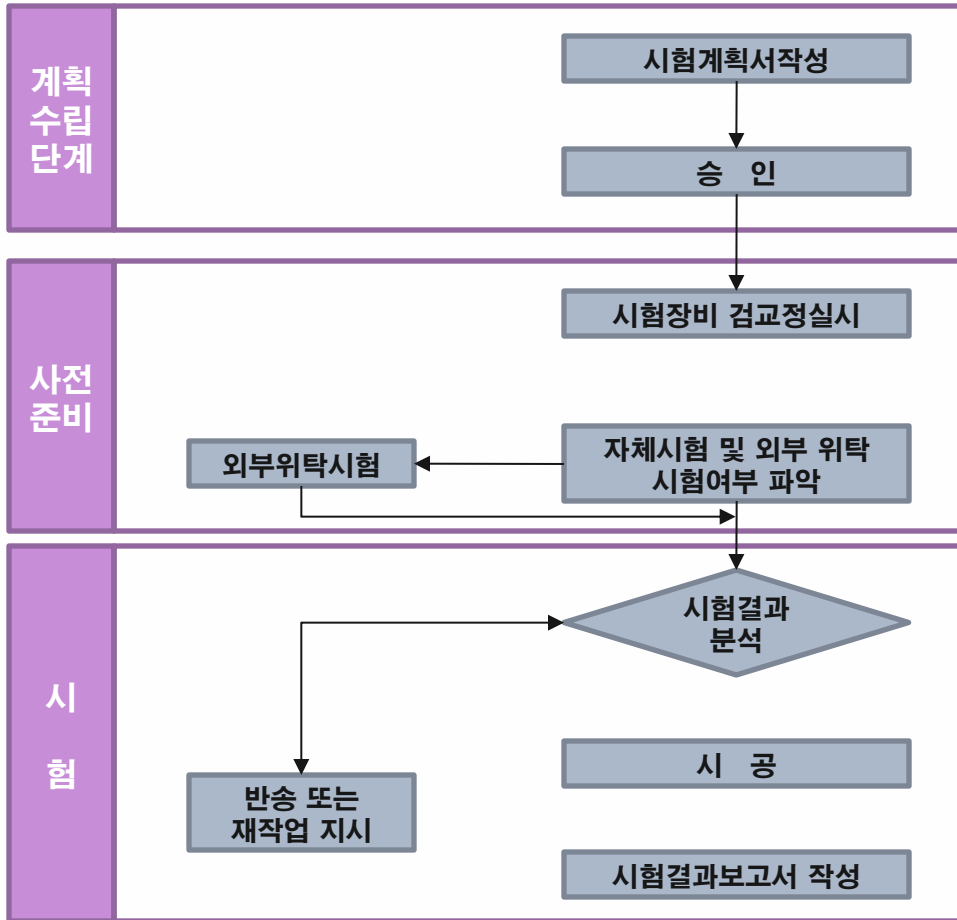
# 현장 품질시험체계의 수립

## ◆ 품질시험

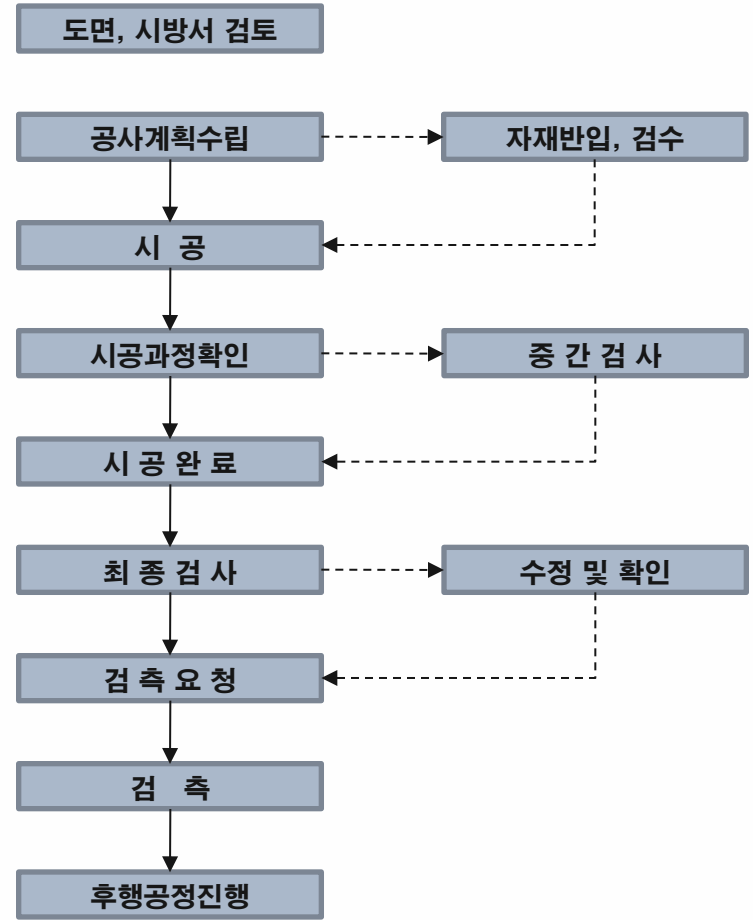
- 품질에 영향을 미치는 구매, 제작, 조립, 시공, 설치 및 서비스 등의 제반 활동이 계약서, 계획서, 절차서 및 시방서 등에 규정하고 있는 요구사항과 일치하는지를 확인하기 위해 수행하는 검사 및 시험
- 현장품질시험을 위해서는 현장대리인을 중심으로 품질시험팀장, 품질관리자 및 시험계측담당자 등으로 품질시험 조직체계를 구성해야 하고, 품질시험을 위한 품질시험실을 운영해야 함
- 공사의 품질에 영향을 미치는 작업공정과 제품을 검사하고 측정 및 시험 장비를 관리해 정밀도와 정확도를 유지하는 것이 목적
- 검사 및 시험상태는 시험계획서와 체크리스트의 관련항에 결과를 기록하여 관리
- 규정된 요건과 일치하지 않는 제품이나 작업공정이 의도한 것과는 다르게 사용된 제품 등은 다음단계의 공정으로 진행되는 것을 예방하기 위해 부적합제품, 부적합공정 등을 식별 및 관리하는 별도의 절차를 시행

# 현장 품질시험체계의 수립

## ◆ 품질시험 및 검사절차



<품질시험절차>



<품질검사절차>

# 현장 품질시험체계의 수립

## ◆ 품질시험종목 구성의 예 (콘크리트공)

종별	시험종목	시험방법	시험빈도
콘크리트 골재	비중 및 흡수율(조, 세골재)	KSF 2503, 2504	골재원마다, 1,000m <sup>3</sup> 마다
	유기물함량(세골재)	KSF 2510	
	마모율(조골재)	KSF 2508	
	0.08mm체 통과량(세골재)	KSF 2511	
	체가름	KSF 2502	
	골재의 알카리 잠재반응시험	KSF 2545, 2546 또는 KSF 2545, 2825	골재원마다, 재질변화시마다
	표면수량		1일 1회 이상
굳지않은 콘크리트 (레미콘)	배합설계	콘크리트 표준시방서	배합이 다를때마다
	현장배합수정		작업개시전 1회
	KSF 4009에 규정된 시험종목	KSF 4009	배합이 다를때마다 150m <sup>3</sup> 마다 1일 150m <sup>3</sup> 미만: 1일 타설량마다
시멘트	당해제품 KS에 규정된 시험종목	당해제품 KS 규격	제조일로부터 3개월이 지나 재질 변화시 30tf 마다

# 현장 품질시험체계의 수립

## ◆ 품질관리업무의 구분

- **계약관리:** 계약변경요건 및 변경내용의 이력관리
- **설계관리:** 공사시작 전 설계도서를 검토해 문제점을 파악하고 해결해 발주자와 협의후 시공에 반영함
- **문서 및 자료관리:** 품질에 영향을 미치는 활동을 규정한 문서 등을 권한이 있는자로 하여금 검토 및 승인하도록 관리하고, 최신상태의 유지와 유효본의 배포관리를 수행함
- **구매관리:** 자재공급업체의 평가 및 외주협력업체의 품질관리능력 평가 및 배양
- **고객지급품관리:** 발주자가 지급하는 자재의 검사 및 보관관리
- **공정관리:** 주요하자발생 공종을 중점관리하고, 시공계획서 및 작업절차서 작성
- **검사 및 시험:** 제품의 합격 및 불합격상태를 표시함
- **교육훈련:** 교육의 필요성을 파악해 현장기술진의 교육을 실시하고 공종착수전에 작업자교육을 시행함

# 현장 품질시험체계의 수립

## ◆ 공사착수 전후의 품질관리 주요업무내용

### ■ 공사 착수 전

- ▶ 계약서 및 설계도서의 검토를 통한 문제점 분석 및 개선대책 수립
- ▶ 세부시공상세도(Shop Drawing) 및 시공계획서작성
- ▶ 품질관리방침의 결정 및 공종별 품질관리계획 수립

### ■ 공사 진행 중

- ▶ 공종별 체크리스트를 작성해 정기적인 품질검사 시행
- ▶ 토공, 구조물공 등 주요공종별 검사 및 품질시험 실시
- ▶ 도면, 시방규정 등에 따른 시공상태의 점검

### ■ 공사 후

- ▶ 준공전 인수인계 확인서 작성
- ▶ 시공상태와 준공도면 확인 및 준공서류(유지관리지침서 등) 구비
- ▶ 준공평가회 실시 및 인수인계