

2015년 창의혁신 과제

Network

Technology

# 철도배전선로 알루미늄케이블 적정 설계품 정립으로 건설사업비 절감

2015.11 .09

Sponsor : 설계기준처장(전철전력부장)  
과제지도 : MBB 이해원 과장  
추진리더 : 임균길 과장  
팀 원 : 박재운 차장, 박병귀 차장

*Korea  
Rail Network  
Authority*

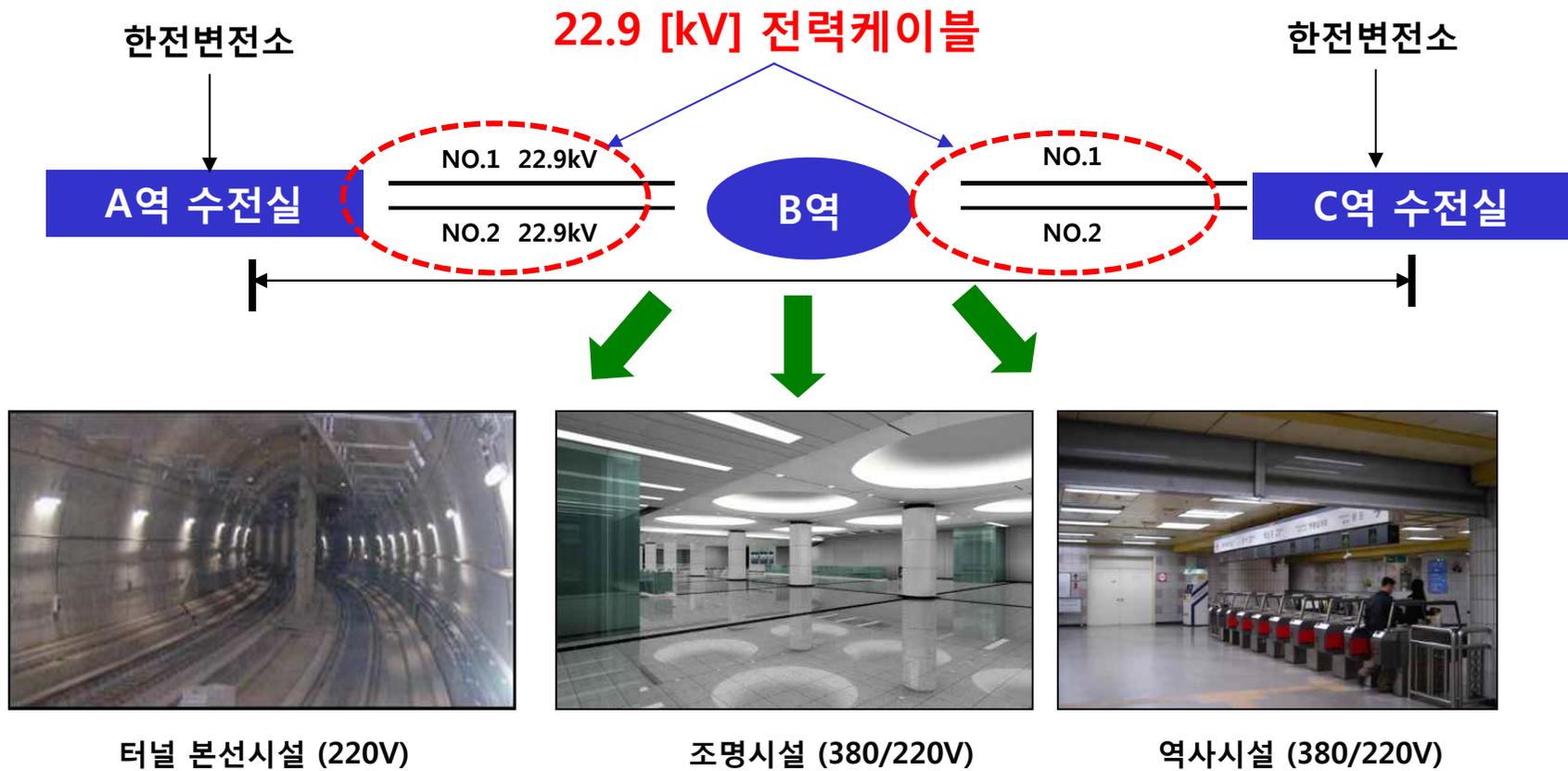
Management  
Innovation

**Define**  
**정의**

1. Business Case
2. 고객 정의
3. VOC,VOB
4. CTQ 도출 및 선정
5. Y및 결함의 정의
6. Project 범위
7. 문제점 기술
8. 목표 기술 및 COPQ 산정
9. Project 요약서

# 1. Business Case(1)

- 철도전력공급은 한전변전소에서 수전 받아 22.9kV용 전력케이블로 인근역사 및 선로변 각종 부하설비에 필요한 전력을 안정적으로 공급



- ◆ 철도 배전선로는 전기실간 전력케이블로 계통이 구성되며, 공사금액은 전체의 약 30% 정도 차지
- ◆ 전력케이블 원자재인 “동 가격 상승 및 도난 방지대책”으로 '13년부터 철도 전력케이블 재질을 동 케이블 ⇒ 알루미늄 케이블 확대 적용

## ◆ 동 ⇒ 알루미늄 케이블 대체 효과

### 1. 원가절감

\* 알루미늄 케이블 가격 : 동케이블 의 약 60%

### 2. 절도(도난) 예방 효과

\* 알루미늄 매각가치 : 동 케이블의 약 9%

### 3. 작업효율성 향상

\*알루미늄 케이블은 비중이 적고, 중량이 가벼워, 적은 인원으로 작업가능

➤ **작업의 효율성 향상 ⇒ 알루미늄 케이블 적용에 따른 설계품 정립 필요**

# 1. Business Case(3)

## 전기철도 건설계획(2020년 까지)

### [건설사업 중 배전선로 미시공 구간]

- 1. 원주~제천 : 44.1km
- 2. 중앙선(도담~신경주) : 173.6km
- 3. 동해선(일광~모랑) : 78.5km
- 4. 대구선(동대구~영천) : 44.1km
- 5. 서해선(송산~홍성) : 72.4km
- 6. 장항선(익산~대야) : 11.0km
- 7. 경원선(동두천~연천) : 20.8km



향후 적용사업 약 440 km(복선 880km)



# 1. Business Case(4)

## 공단비전과의 연계성 검토

뉴-비전

### 전국 90분대 철도망 구축으로 철도강국 실현

전략목표 (2020)	신규 철도건설 1,376Km	기존철도 고도화 •고속화 973km •복선전철화 2,047km •개량률 80%	건설현장 재해율 0.05% 이하	신 사업수익 3.6 조원
	전략방향	이용자 중심의 철도망 구축	이용자 편의와 안전을 위한 기존철도 현대화	자산 활용·개발과 해외진출 극대화
전략 과 제	사업 부분	편리하고 안전한 빠른 철도 건설	기존철도 고속화·복선전철화	국유재산 수익화
		적정 설계·건설로 투자 효율화	공사 재해·안전 시설물 개량	역세권 개발사업 다각화
전략 과 제	기 능 부 분	품질·안전·시공·환경관리 체계화	철도건설 투자비 회수 극대화	경쟁력 있는 해외사업 합리화
		고객만족을 넘어 고객감동으로	상생과 신뢰의 노사문화 정착	부채감소 위한 재무관리 전략화
		글로벌 수준 철도기술 역량 확보	IT 기반 정보 서비스 선진화	창의혁신과 경영지원 고도화
		철도산업 역군 육성	청렴도! 하위에서 우수기관으로	공공기관 최고의 사회책임 실현

## 철도배전선로 특고압알루미늄케이블 적정 설계품 정립

## 2. 고객 정의

### 외부고객

고객	고객정의
대한전기협회 전기공사협회	전기분야 표준품셈 관리/요청기관
기재부, 국토부	총사업비 관리 정부부처
설계사, 시공사	품셈 활용, 공법 적용

### 내부고객

고객	고객정의
설계기준처 품질안전평가처	표준품셈 관리부서 공사비 심사부서
지역본부	발주공사 감독부서

### 핵심 고객

빈도



가치의 비중이 큰 대한전기협회, 설계사, 시공사를 과제 수행의 주요 고객으로 설정

#### VOC

##### [외부고객]

##### [기재부, 국토부]

- 철도건설 공사의 건설단가 **"DOWN"** 요구 (설계VE의 적극 이행, 총사업비 심의 강화)

##### [전기공사협회, 대한전기협회]

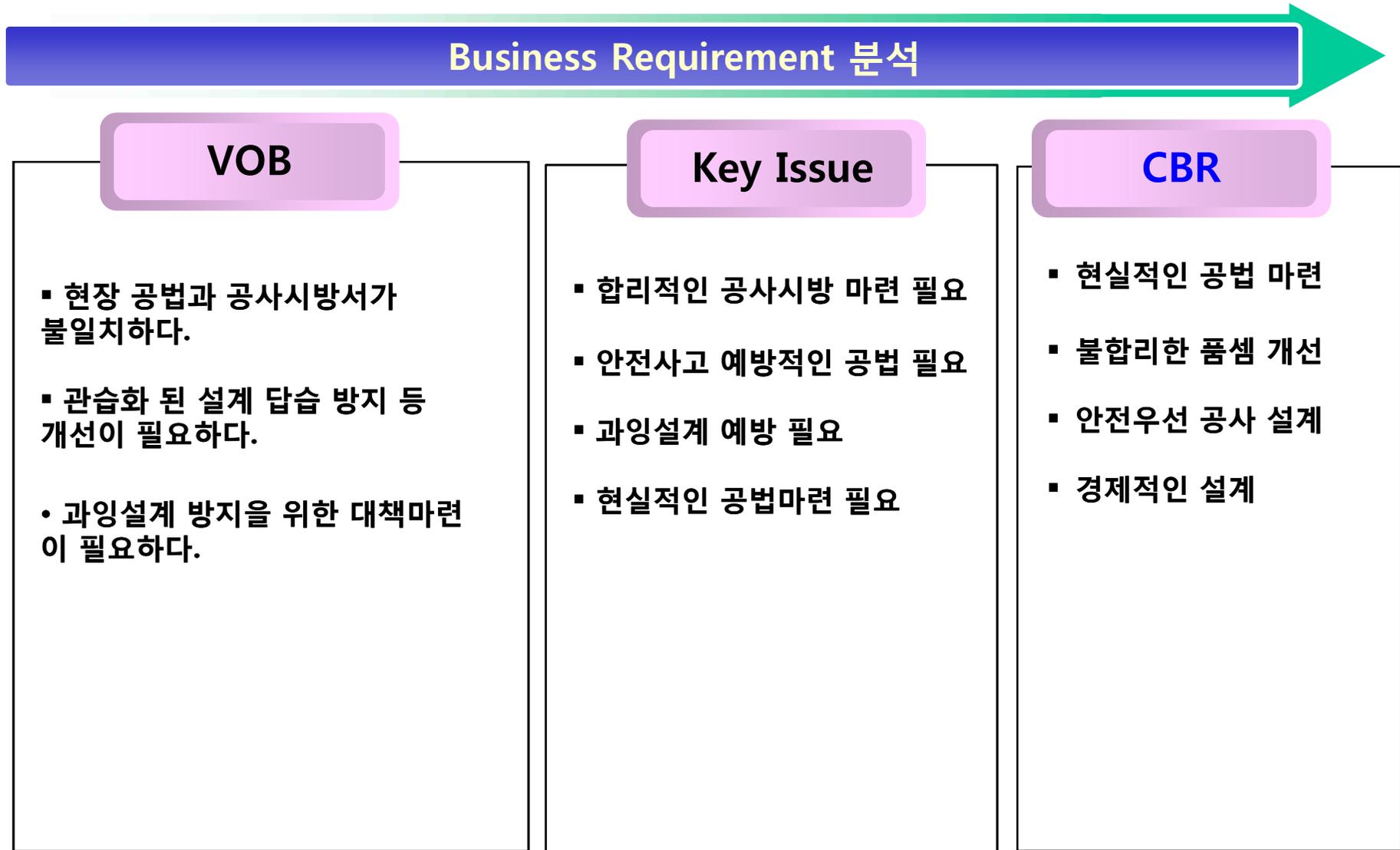
- 현실적인 작업방법에 대한 적절한 품셈 적용이 필요 하지만 현재의 품 수준을 유지하는 것이 적절
- 현장 작업조건에서의 실사 등 관련기관간 협의가 필요할 것으로 판단

#### Key Issue

- 작업조건에 적합한 시공법 적용은 반드시 필요
- 설계내역과 현장 실 공법의 차이에 따른 계약상의 문제 해소가 설계단계부터 필요
- 배전선로 전력케이블 포설 현실적인 품산정 요구됨

#### CCR

- ◆ 작업량에 적절한 시공 품산정
- ◆ 설계시방과 현장공법 표준화



## 4. CTQ 도출 및 선정

### 고객 주요 요구 (CCR)

- 1.설계능력 향상 제도적 지원
2. 작업량에 적절한 시공품 산정
3. 설계시방과 현장공법 표준화

### Business 주요 사항 (CBR)

1. 현실적인 공법 마련
2. 불합리한 품셈 개선
3. 안전우선 공사 설계
4. 경제적인 설계 사업비 절감

CTQ / CTP	시급성	개선 효과	기간내 수행	데이터 측정	고객 만족도	계
시공안전성 확보율	5	5	4	1	4	19
시방서-공법 표준화율	5	5	1	3	5	19
과잉설계 예방율	5	3	3	3	3	17
잠정품셈 적용율	5	5	5	5	3	23

철도 전력설비 공사시 선종 등의 변경에도 **과거의 기준**에 얽매인 관성적 업무를 발굴하고 시공성 향상을 고려한 **"철도배전선로 알루미늄케이블 적정 설계품 재정립"**을 과제로 선정, **최적의 설계를 할 수 있는 "잠정품셈 적용율"**을 CTQ로 선정함.



### CTQ의 정의

**CTQ :**

**AL케이블 잠정설계품 적용율**

연도별 설계심사 건수에서 알루미늄케이블  
잠정 설계품이 적용된 설계건수의 백분율 값

$$\frac{\text{잠정설계품이 적용된 설계건수}}{\text{연도별 설계심사 건수}} \times 100\%$$

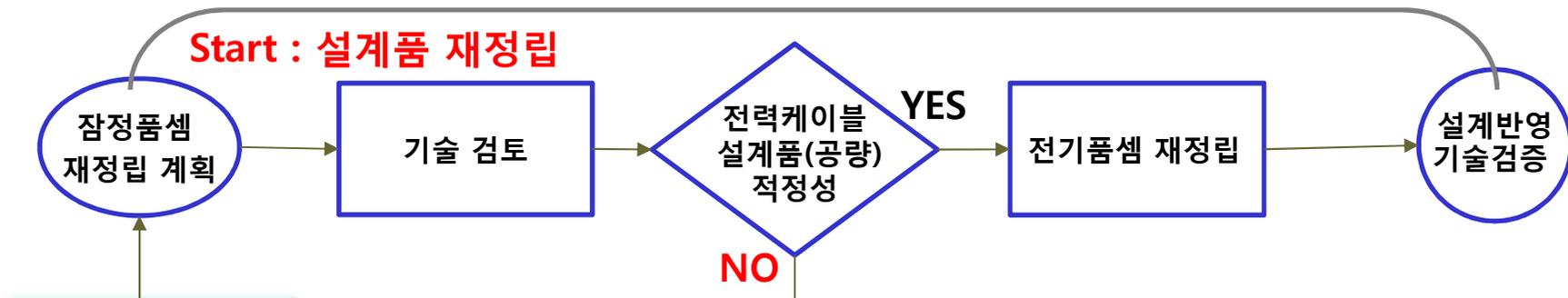
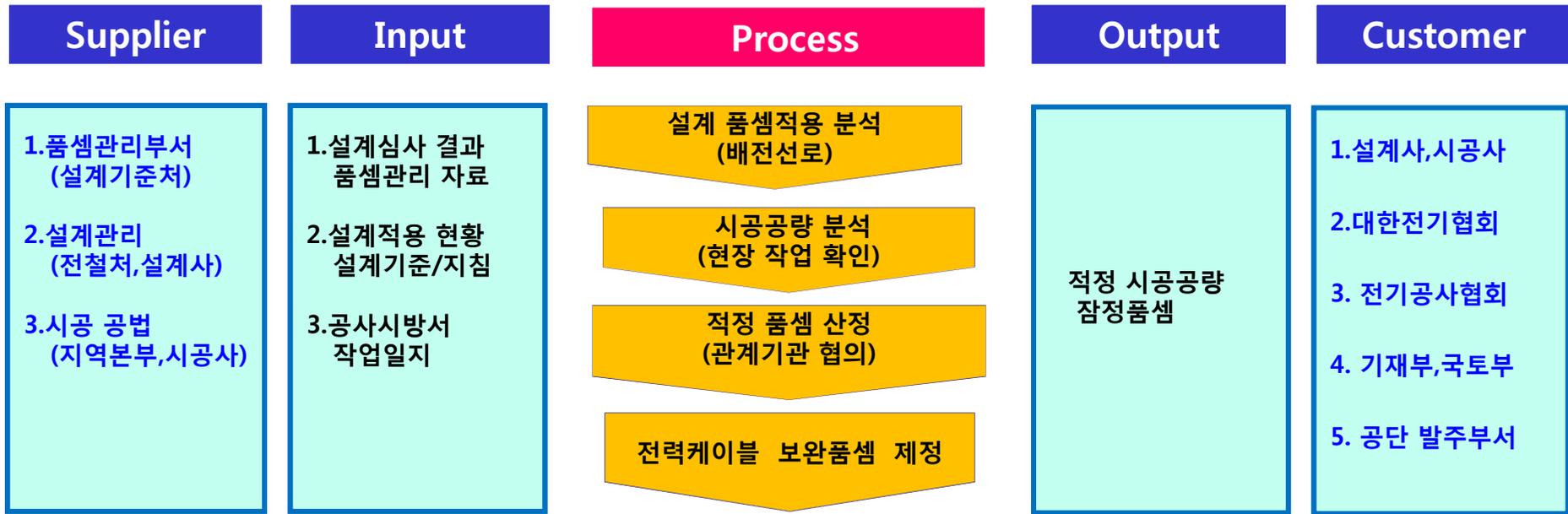


### 결함의 정의

**AL케이블 잠정설계품 설계 미적용**

- AL케이블은 전력 특고압배전선로용 케이블임.
- 표준품셈 관리기관의 부동의 및 과제 수행중 예상  
하지 못한 민원 발생시 재검토 미비점 보완 조건

# 6. 프로젝트 범위



**과제 적용범위** ○ 본 과제 완료 후 설계 시행중인 사업을 적용범위로 함.

### ◆ 특고압 알루미늄 전력케이블의 적정 시공 표준품 부재

- 동일전류용량시 동 케이블 중량 대비 알루미늄케이블 중량은 50%임
  - 동(Cu) 비중 : 8.91, 알루미늄(AL) 비중 : 2.70 로 비중대비 30%수준
- 동일전류용량 1/2 중량임에도 시공품은 동일규격의 동케이블과 같음
  - 증가된 단면적에 해당하는 시공품에 대한 과다설계로 판단할 수 있는 여지가 있음
  - 정부공인 "표준품셈"의 품 산정에 대한 기초자료 확인 곤란
  - 관리기관의 의견은 발주기관의 재량에 따라 [품셈 1-3 \[나\]항에 따라 1/2로 산정할 수 있다는 의견임](#)
    - ※ 대한전기협회 질의응답 참조
- 표준품셈 관리기관과 발주기관의 품산정 개선노력 부족
  - 알루미늄케이블의 적용은 철도배전선로에서 최근(2014년 이후) 설계시공으로 관련 자료 부족
  - 관리기관(전기협회)의 질의 답변에서도 충분한 자료가 부족하여 명확한 답변을 하지 않음
  - AL케이블 적정 시공품 개발과 적극적 개정 의지가 부족함
- 설계단계 : 현장 시공시 경량에 따른 적정품 산정 고려하지 않음
  - 감리단 및 시공사는 공사비 감액에 대하여 능동적으로 피드백 하지 않은 경향이 있음

## 8. 목표 및 COPQ 산정 (예상 재무효과)

### 1) Project 목표

특고압 알루미늄케이블 설계품 재정립

### 2) COPQ 산정

구 분	산 출 근 거	손익비용
사업비 절감액	<p>■ 1km당 케이블 공사비( 인력품: 기본품 × 특고압케이블 + 기본품 × 보통인부)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동 케이블 (TR-CNCE-W22.9kV 60mm<sup>2</sup>) = 8.46×260,975 + 8.46×89,566 = 3,675,000원</li> <li>- 알루미늄 케이블 (TR-CNCE-W 22.9kV 95mm<sup>2</sup>)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>. 인력품(125mm<sup>2</sup>) = 11.58×260,975 + 11.58×89,566 = 4,352,000원</li> <li>. 기계품(200mm<sup>2</sup>) = 3,663,000원</li> </ul> </li> </ul> <p>■ 개선안(추정치) 1km당 케이블 공사비</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인력품 = 4,352,000×0.84×0.84 = 3,655,680원</li> <li>- 기계품 = 3,663,000×0.84×0.60 = 1,846,152원</li> </ul> <p>* 추정치 : 타 재질별 중량 등 비교 시 약 84%정도임(추정치) 95mm<sup>2</sup> 신설 규격품 적용시 인력품은 14%, 기계품은 40% 절감</p> <p>■ 2020년까지 예상절감액 (신규연장 440km, 인력 20%, 기계80% 적용)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인력 : (4,352,000원 - 3,655,680원) × (440km × 0.2) = 61,276,160원</li> <li>- 기계 : (3,663,000원 - 1,846,152원) × (440km × 0.8) = 639,530,496원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 배전선로 1km당 절감금액 : 1.13백만원</li> <li>● '20년까지 예상절감액 : 981백만원 (제경비 포함)</li> </ul>
	합 계	

# 9. Project 요약서



부서	설계기준처	과제추진자	임균길	과제명	특고압 알루미늄케이블 적정 설계품 정립으로 건설비 절감
스폰서	설계기준처장	팀원	최태수, 박재윤, 이해원		

과제 개요		문제점 및 기대효과	
선정동기	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 선정동기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특고압 알루미늄 케이블이 중량 및 비중이 동 케이블에 대비 중량 74%, 비중 31%로 운반 및 시공이 유리, 선별적이고 합리적인 설계품 정립 필요</li> <li>- 동일 전류용량 단면적 대비 중량이 50%로 운반 및 시공이 유리함에도 증가된 단면적에 의한 설계품(시공품)을 적용하고 있음</li> </ul> </li> </ul>	문제점	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 케이블의 시공과정에서 설계품을 오직 단면적을 기준으로 하고 있음</li> <li>● 특고압 케이블의 경우 장거리 포설시 중량을 전혀 고려하지 않음(시공성에 영향을 줌)- 이에 다른 적합한 시공품 재정립이 필요</li> <li>● 동일 전류용량에 따른 케이블 단면적 증가에 따른 설계(시공)품 적용으로 사업비 증가</li> </ul>
CTQ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 알루미늄케이블 잠정 설계품 설계 적용을</li> </ul>	목표 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 정량적 효과                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특고압 전력케이블 포설 설계품 정립 및 설계적용</li> <li>- 예산절감(2020년) : 10억원 (2020년까지 철도신규연장 440km 기준)</li> </ul> </li> <li>● 유형효과                             <ul style="list-style-type: none"> <li>배전선로 건설비 절감, 설계표준 확립으로 업무효율 증대</li> </ul> </li> </ul>
업무범위 (프로세스)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Core Process : 기존 재정립 업무 프로세스</li> <li>● Process범위 : 기존 재정립 및 설계 반영</li> </ul>		
개선방향	철도배전선로 특고압알루미늄 케이블의 적정 설계품 재정립(철도현장 특성을 고려)		

*Korea  
Rail Network  
Authority*

Management  
Innovation



*Measure*

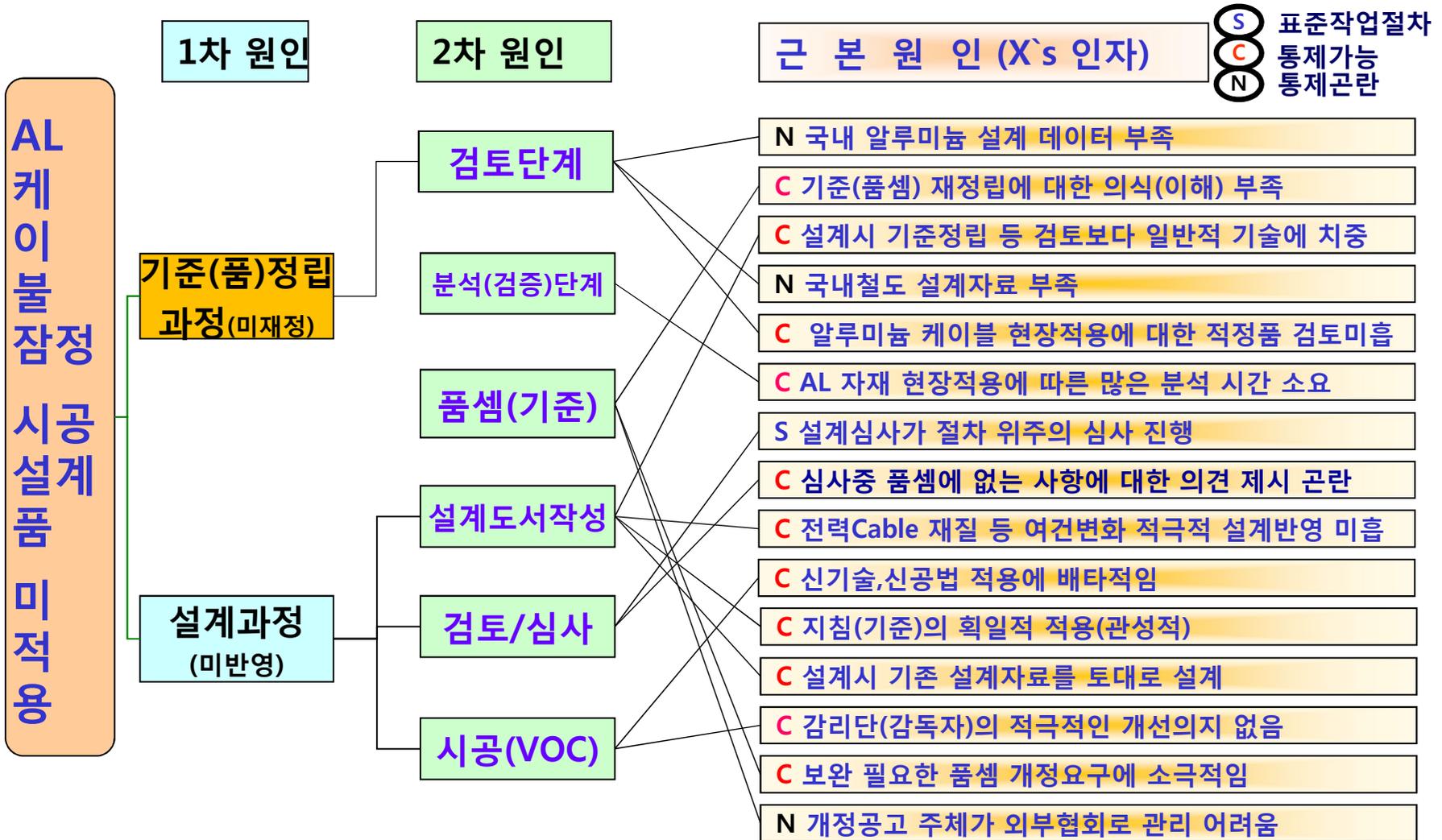
측 정

1. 잠재 X 인자 도출
2. 잠재원인 도출-X인자 우선순위화
3. 핵심 X인자 결정(주요원인 선정)
4. CTQ의 핵심 Y의 도출
5. 현수준 파악 및 목표수준 설정

# 1. 잠재X인자 도출



## Logic Tree 분석

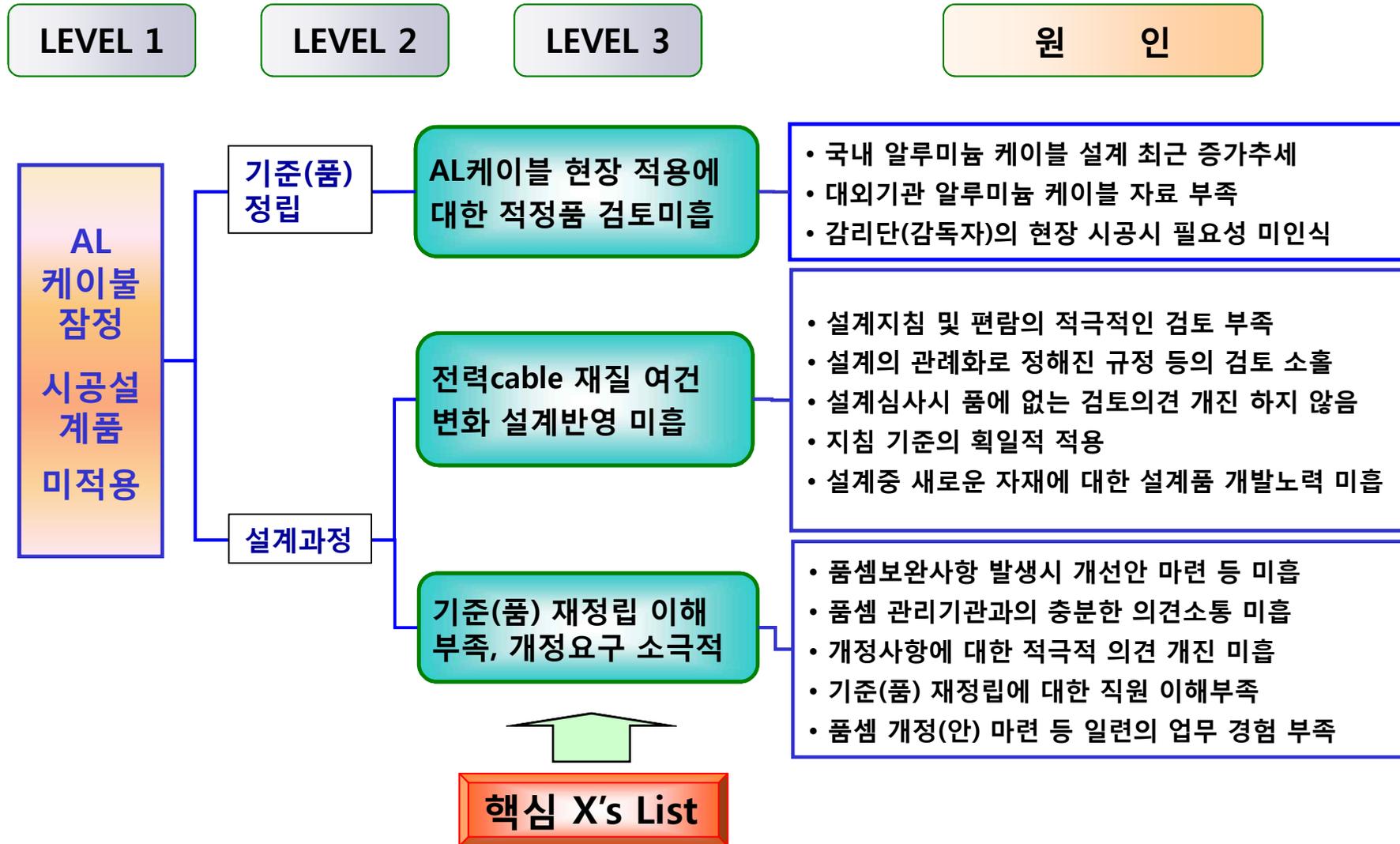


## 2. 잠재원인 도출(XY-Matrix 활용)



		Output Variables (Y's)	잠정품셈 적용율	비 고		
		Output Ranking	9			
Input Variables (X's)		Association Table			Rank	% Rank
1	AL 자재 현장적용에 대한 적정품 검토미흡	9	알루미늄 케이블 시공에서 동과의 차이점 비교 분석-시공량 검토 제시	87	23.1%	
2	전력Cable 재질 등 여건변화 설계반영 미흡	9	설계과정에서 현장여건 변동사항 피드백 체계 구체화-설계자 의견의 적극 청취 반영	87	23.1%	
3	기준(품셈) 재정립에 대한 이해부족으로 개정요구에 소극적임	9	표준품셈 개정 기초자료 확보, 잠정 인공품 작성 및 의견수렴-관련 협회의 분과위원회 등 참여 의견개진	87	23.1%	
4	국내 알루미늄 설계데이터 부족	3		27	6.25%	
5	기준정립보다는 일반적 기술에 치중	3		27	6.25%	
6	설계시 기존 설계자료를 토대로 설계	3		27	6.25%	
7	설계품에 없는 심사의견 제시 곤란	3		27	6.25%	
8	지침 기준의 획일적 적용(관성적)	1		9	2.0%	
9	신기술, 신공법의 적용에 배타적임	1		9	2.0%	
10	감리단(감독자)의 적극적인 개선의지 없음	1		9	2.0%	

## 2. 잠재원인 도출/구체화



### 3. 주요원인 선정



#### ▶ 핵심 X인자 의 선정

순위	X's	XY MATRIX	핵심 X's인자
1	AL케이블 현장 적용에 대한 적정품 검토미흡	○	○
2	전력cable 재질 여건 변화 설계반영 미흡	○	○
3	기준(품)재정립 이해 부족, 개정요구 소극적	○	○
4	국내 AL케이블 설계자료 부족	○	
5	기준정립보다는 일반적 기술에 치중	○	
6	설계시 기존 설계자료를 토대로 설계	○	
7	설계품에 없는 심사의견 제시 곤란	○	
8	지침 기준의 획일적 적용(관성적)	○	
9	신기술, 신공법의 적용에 배타적임	○	
10	감리단(감독자)의 적극적인 개선의지 없음	○	

# 4. CTQ의 핵심 Y도출



## □ CTQ의 핵심 Y의 도출을 위한 팀원미팅

- '15년도 상반기 설계기준개선 과제 발굴 워크숍에서 전력분야 미팅을 통하여 AL케이블에 대한 검토를 진행하고 핵심 Y를 도출하고 우선순위 부여함.
- 미비사항 하반기 상세 토론
- 알루미늄케이블의 시공설계품(잠정) 적기 재정립 우선시행



등록번호	설계기준지-96	★담당자	전철전력부장	설계기준차장	KR연구원장
발제일자	2015.04.06.	이동원	최태수	박영호	이동원
공개구분	공개	협조자			

「전철전력분야 설계기준 개선과제 발굴을 위한」  
전문가 워크숍 및 업무공유방 시행 결과보고

2015.04. .

한국철도시설공단  
KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY

KR연구원 설계기준지  
"더 빠르고 더 안전하고 더 편리한 Rail Network 실현"  
※21세기 전기철도 설계기준을 선도하는 전철전력부서

## □ CTQ에서 Y's의 가중치부여

CTQ	Y's	시급성	개선 효과	기간내 수행	데이터 측정	고객 만족도	LANK
AL케이블 잠정설계품 적용율	직원의 설계기술 향상교육건수	1	1	1	1	1	5
	현장 VOC적극 검토 분석 시행	3	1	3	1	1	9
	AL 시공설계품(잠정) 적기 재정립	9	9	3	9	9	39
	여건변동 관련 설계심사 의견제시	1	1	1	3	1	7
	품셈 재정립 이해 및 외부기관 의견제시(대한전기협회)	3	9	3	1	9	25

## 4. 현수준 파악 및 목표설정

### □ 측정지표

- ◆ 측정지표(CTQ) : AL케이블 잠정설계품 적용율
- ◆ Defect 기준 : AL케이블 잠정설계품 설계 미적용(노무비 증가량 에 대한 것을 불량으로 간주)
- ◆ 측정 DATA : 설계현황 및 건수 확인('15년 현재 전력분야 설계시행 실적)

구 분	변경기준 적용	15년 기준 미적용
건 수	0건	7건
양품율	-	70%
Defect 율	0.00%	30%

#### 현재 시그마 수준

품질 수준(수율) : 70 %  
시그마 수준 : 2.02σ

#### 목표 시그마 수준

품질 수준 : 99.99 %(100%)  
시그마 수준 : 6 σ

#### ('16년 전력 신규설계 반영검증)

1. 서해선 송산~홍성간 복선전철 전철전력설비 실시설계
2. 원주~제천간 복선전철 전철전력설비 실시 실시설계

\* Defect기준에 의하면 모두 불량률로 판단할수 있으나 현행 설계가 모두 불량이라는 오류가 있으므로 실제 노무비 증가량 30%수준에 해당하는 건수를 불량으로 산정함.

*Korea  
Rail Network  
Authority*

Management  
Innovation

## Analyze (분석)



### 목 차

1. 표준품셈 분석
2. 자재 경량화에 따른 타 품셈 적용  
사례분석
3. 동케이블과 AL케이블 비교
4. X인자들에 대한 대안 도출

# 1. 표준품셈 분석

## □ 전력케이블 인력 설계품

4-34 전력케이블 설치

(단위:km)

P.V.C 고무절연 외장케이블류	케이블전공	보통인부
저압 6mm <sup>2</sup> 이하 단심	4.62	4.62
10 "	4.84	4.84
16 "	5.28	5.28
25 "	6.09	6.09
35 "	6.58	6.58
50 "	7.32	7.32
70 "	8.46	8.46
120 "	11.58	11.58
185 "	15.33	15.33
240 "	18.50	18.50
300 "	21.55	21.55
400mm <sup>2</sup> 이하 단심	23.00	23.00
500 "	24.83	24.83
630 "	29.47	29.47
800 "	34.94	34.94
1000 "	41.38	41.38

[동 케이블 60mm<sup>2</sup>]

[전기 표준품셈 제4장 4-34]

- 동 케이블 70mm<sup>2</sup> 적용

케이블공 : 8.46

보통인부 : 8.46

[알루미늄 케이블 95mm<sup>2</sup>]

[전기 표준품셈 제4장 4-34]

- 알루미늄 케이블 120mm<sup>2</sup> 적용

케이블공 : 11.58

보통인부 : 11.58



❖ 분석결과 : 전력케이블 도체 단면적으로 설계품 산출(36% 증)

※ 현재 주도 적용되는 배전선로 케이블은 Cu 60mm<sup>2</sup>이며 AL전선의 도전율 61%를 고려하여 동전선(도전율 97%이상)보다 약 1.6배 인 AL케이블로 95 mm<sup>2</sup>로 설계중임.

# 1. 표준품셈 분석

## □ 전력케이블 지중 기계포설 설계품

4-35 전력케이블 지중 기계포설

(단위:km)

규격 (mm <sup>2</sup> )	단심 1공 3선		장비사용시간(hr)
	케이블공	보통인부	원치
60	23.60	19.27	2.97
200	48.60	38.55	6.12
325	69.43	55.54	8.74
600	91.6	74.78	11.55

[동 케이블 60mm<sup>2</sup>]

[전기 표준품셈 제4장 4-35]

- 케이블공 : 23.6
- 보통인부 : 19.27
- 원치(장비) : 2.97hr

[알루미늄 케이블 95mm<sup>2</sup>]

[전기 표준품셈 제4장 4-35]

- 케이블공 : 48.6
- 보통인부 : 38.55
- 원치(장비) : 6.12hr



❖ 결과 : 전력케이블 도체 단면적 크기로 설계품 산출  
기계포설인 경우 60mm<sup>2</sup>, 다음 규격이 200mm<sup>2</sup>으로 설계품이 2배

## 2. 자재 경량화에 따른 타 품셈 적용 사례분석

### □ 타 공종 재질(중량)별 공량 비교

#### 1. 케이블 트레이 비교 (전기품셈 5-8)

- 철재 대비 알루미늄 공량은 **69~72%**

#### 2. 금속덕트 트레이 비교 (전기품셈 5-7)

- 철재 대비 알루미늄 공량은 **70% 적용**

#### 3. 강관설치 (전기품셈 4-29)

- PVC 직관 및 PE전선관 본 공량은 **60% 적용**

❖ 분석 : 케이블트레이 외 2개 공종 단면적 크기로 설계품 산출  
단) 알루미늄 등 철재보다 가벼운 재질일 경우는 60~70%가감



운반 및 시공이 편리한 알루미늄 케이블 합리적인 설계품 산정 가능

### 3. 동케이블과 알루미늄케이블 비교

#### □ 동(Cu) 과 알루미늄(Al) 케이블 특성 비교

구분	동 케이블 22.9kV 60mm <sup>2</sup>	알루미늄 케이블 22.9kV 95mm <sup>2</sup>	비고
공칭전압	22.9kV	22.9kV	
도체외경	9.3mm	11.4mm	
케이블 최대외경	39mm	37.6mm	
케이블 중량	1.68 kg/m	1.248kg/m	약26% 가벼움
도전율	$5.8 \times 10^7 \sigma(\text{Ø/m})$	$3.82 \times 10^7 \sigma(\text{Ø/m})$	
인장강도	22.7~24.1kgf/mm <sup>2</sup>	5.5~9.5 kgf/mm <sup>2</sup>	
최대 도체저항	0.305 [ $\Omega/\text{km}$ ]	0.32 [ $\Omega/\text{km}$ ]	
최대 절연저항	3,000 [ $\text{M}\Omega\text{-km}$ ]	3,000 [ $\text{M}\Omega\text{-km}$ ]	
최대 정전용량	0.1839 [ $\mu\text{F}/\text{km}$ ]	0.21 [ $\mu\text{F}/\text{km}$ ]	

❖ 동케이블 60mm<sup>2</sup>와 같은 전류를 고려시 알루미늄 케이블 95mm<sup>2</sup> 임(단면적 1.6배)

### 3. 동케이블과 알루미늄케이블 비교

#### □ 동 과 알루미늄 케이블 물리적 특성 비교

구분	동(Copper Cable)	알루미늄(Al-cv)
도전율(%)	100	61
인장강도(kg/mm <sup>2</sup> )	24	16
비중(kg/m <sup>3</sup> )	8.9	2.7
작업성	AL보다 연성 우수	인장강도 동의 67%

❖ 분석 : 전선 소재에 대한 중량만 비교하면 동일 전류용량 일 경우 중량은 50%이지만, 전선외피 등을 고려하면 AL케이블이 약 26%이상 가벼운 것으로 분석됨



## 전기신문

### 철도시설공, 철도 노선 알루미늄 케이블 첫 적용

중앙선·호남고속철 등 4791km(케이블 길이) 대상  
"동 케이블과 성능차이 없다" 판단, 예산 절감 기대

[ 해당기사 PDF | 날짜별 PDF ]

국내 철도 노선에 처음으로 알루미늄 케이블이 적용된다. 한국철도시설공단(이사장 김광재)은 중앙선 용문~원주 간 복선전철, 호남고속철도를 시작으로 앞으로 10개 사업 구간(케이블 물량 4791km)의 철도 배전선로에 알루미늄 케이블을 적용키로 했다. ▶관련인터뷰 13면

구체적으로 알루미늄 케이블이 적용되는 구간은 ▲호남고속철도(오송~광주) 1107km ▲성남~여주 342km ▲동해선(포항~삼척) 497km ▲원주~강릉 682km ▲동해남부선(울산~포항) 459km ▲신안산선(중앙~서울역) 300km ▲대구선(동대구~영천) 207km ▲서해선(홍성~송산) 537km ▲여주~문경 284km ▲군산선(익산~대야) 67km ▲경전선(진주~광양) 309km 등이다.

공기업 중 동(銅) 케이블 대신 알루미늄 케이블을 사용하는 것은 한전 이후 철도시설공단이 처음이다.

공단의 이번 조치는 전적으로 금융부채를 줄이기 위한 의도로 풀이된다. 공단은 그 동안 차입을 통해 고속철도 건설 등을 추진하면서 지난해 14조원의 누적금융부채를 기록하는 등 경영에 어려움을 겪고 있다.

공단은 이번에 기존의 동 케이블을 알루미늄 케이블로 대체할 경우 약 236억원의 예산을 절감할 수 있을 것으로 전망했다.

김상태 철도시설공단 전철전력처장은 "내부적으로 심도 있게 검토한 이후 값이 비싼 동 케이블 대신 가격이 저렴하면서 동 케이블과 성능차이가 거의 없는 알루미늄 케이블을 활용키로 했다"면서 "특히 알루미늄 케이블은 매각 시 경제적인 이득이 별로 없기 때문에 골칫거리인 케이블 도난사건도 예방할 수 있다"고 말했다.

'네오 케이블'로 불리는 알루미늄 케이블은 한전이 지난 2009년 TDR 과제를 통해 개발한 것으로, 한전 등 공기업 이외에 현대건설 등 민간 건설사도 적용하고 있다.

가격은 동 케이블보다 m당 40%가 저렴하고, 무게 역시 26% 이상 가벼워 운반·시공이 편리하다는 장점이 있다.

하지만 동 케이블에 비해 도전율, 허용전류 등은 취약하기 때문에 한전과 전선 제조업체들은 단면적을 넓히는 방식으로 동 케이블과 같은 성능을 구현해냈다.

작성 : 2012년 04월 10일(화) 08:01  
게시 : 2012년 04월 12일(목) 08:46

윤정일 기자 (yunji@electimes.com)

윤정일 기자의 다른 기사 보기

## 4. X인자들에 대한 대안 도출

### □ X1 : 알루미늄 케이블 현장 적용에 대한 적정품 검토 미흡

#### ◆ 적용 근거

- 설계 성과물
- 전기공사 시방서
  - 전력케이블 설치(인력)
  - 전력케이블 지중 기계포설

※ 전기품셈 1-3  
 [나] 현장여건, 기후의 특성 및 기타 조건에 따라 조정하여 적용 가능(예정가격작성기준 제2조에 따라 부당하게 감액하거나 과잉계단되지 않도록 해야 함)  
 → 관리기관 질의응답에 따라 발주기관이 조정 가능(합리적 근거 마련)

#### ◆ 재질의 변경에 따른 검토

- 전력케이블의 AL적용
  - 현장에서 동케이블의 도난사고 빈번히 발생으로 알루미늄케이블 필요성 대두
  - 2013년 이후 전력설비공사에 반영중 이나  
 → 발주처 및 관련협회의 자발적인 개선의지 부족  
 → **자재 중량의 26%**수준의 경량에 따른 시공성 고려하여 공량 감
- 알루미늄은 동에 비하여 연성이 불리  
 → **5%수준의 공량** 증가
- 알루미늄의 인장강도는 동에 비하여 67%수준이므로 이에 대한 포설시 최대 인장거리 단축  
 → **5%수준의 공량** 증가

- 분석 : 케이블의 자재 중량이 26% 감소되었지만 연성이 동에 비하여 불리한 부분 및 인장강도 감소에 따른 공량을 고려하면 16%수준의 시공품 감소

\* 철도에서 많이 적용하는 전력케이블 AL 95mm<sup>2</sup>이하 규격 신설

- 개선방향
  1. 16% 저감한 잠정 시공품 정립
  2. 전력케이블 95mm<sup>2</sup> 이하 규격 설계품 신설(향후 검토후 개정 건의)

## ◆ 대한전기협회 질의 답변 1

제 목	알루미늄 케이블		
작성자		등록일	2015-01-02
조 회	622		
파 일			

동케이블 대체로 알루미늄 케이블을 설치하는 현장이 많아 졌습니다만,  
 아직까지 품셈에는 알루미늄 케이블에 대한 품셈이 없습니다.  
동과 알루미늄 비중의 차이가 8.92 : 2.71  
 대략 3배 차이가 남에도  
 동일 규격의 케이블을 설치시 동일 노무비를 적용하는 것은 잘못된것 아닌지요?  
현재는 자체 판단으로 1/2만 적용하고 있습니다만...  
 새로 개정되는 품셈에는 할증률이라도 표기 되었으면 합니다.

 **답 변**

담당부서 : 전기상담실



좋은 의견 감사드립니다.  
 귀하의 의견대로 관계기관과 공동으로 검토토록 하겠습니다.  
또한 전기품셈 1-3 적용방법 [나]에 의거 자체적으로 1/2 적용 가능한 것으로 판단됩니다.

## ◆ 대한전기협회 질의 답변 2

Q&A 게시판

이전 Q&A 게시판 바로가기

※질의 내용을 입력하시려면, 협회 웹회원(무료회원)으로 가입하셔야 합니다.

제목	알루미늄 케이블 노무량		
작성자		등록일	2015-04-11
주 회	383		

답변

담당부서 : 전기상담실



현행 품셈은 최근에 제 개정된 내용도 있지만 제정 된지 10년 이상 된 내용도 있습니다. 따라서 제정 당시에는 동 케이블과 알루미늄 케이블의 무게나 절연체 구조 및 피복상태 등이 거의 같거나 비슷한 상황에서 품을 제정 하였지만 10년 이상 지난 현재는 케이블 제조기술이나 도체의 개발 등으로 무게나 피복 상태 등이 과거보다는 많이 차이가 날 수 있습니다. 따라서 현행 전기품셈은 일반적이고 보편적인 공종 공법을 기준으로 제정한 것이므로 현장여건 등 기타 조건에 따라 조정하여 적용(1-3 적용방법 [나]참조)할 수 있도록 하였으므로 발주기관 과 시공사간 상호 협의하여 4-34 전력케이블 설치 품을 동일하게 적용([해설] ㉔참조)하거나 일부 조정하여 적용할 수 있을 것으로 사료됩니다.

## 4. X인자들에 대한 대안 도출

### □ X2 : 전력케이블 재질 등 여건변화 적극적 설계반영 미흡

잠재 인자		검토내용			검토자료	
설계여건변화의 반영		설계발주서에 알루미늄케이블 검토를 명기하여 변경된 설계 여건을 반영하여 설계가 진행여부			설계성과물 자료분석 (15년 설계발주)	
건수	사업명	건 명	설계금액	적용케이블	재정립 품셈 반영여부	비고
1	원주-제천	원주~제천간 복선전철 전철전력 설비 실시설계		알루미늄	x	
2	중앙선 도담-신경주	도담~신경주 복선전철 전철전력 설비 실시설계		알루미늄	x	
3	동해선 일광-모량	일광~모량간 전력설비 기본설계		알루미늄	x	
4	대구선 동대구-영천	동대구~영천간 복선전철 전철전력 설비 실시설계		알루미늄	x	
5	서해선 송산-홍성	송산~홍성 복선전철 전철전력설비 실시설계		알루미늄	x	
6	장항선 익산-대야	익산~대야간 복선전철 전철전력 설비 실시설계		알루미늄	x	
7	경원선 동두천-연천	동두천~연천간 복선전철 전력설비 실시설계		알루미늄	x	

- 분석 : 잠정품셈의 사항을 반영하여 설계되어진 성과물은 없음
- 개선방향 : 설계과업 발주시 알루미늄케이블 을 고려하여 적정 설계품 반영 필요



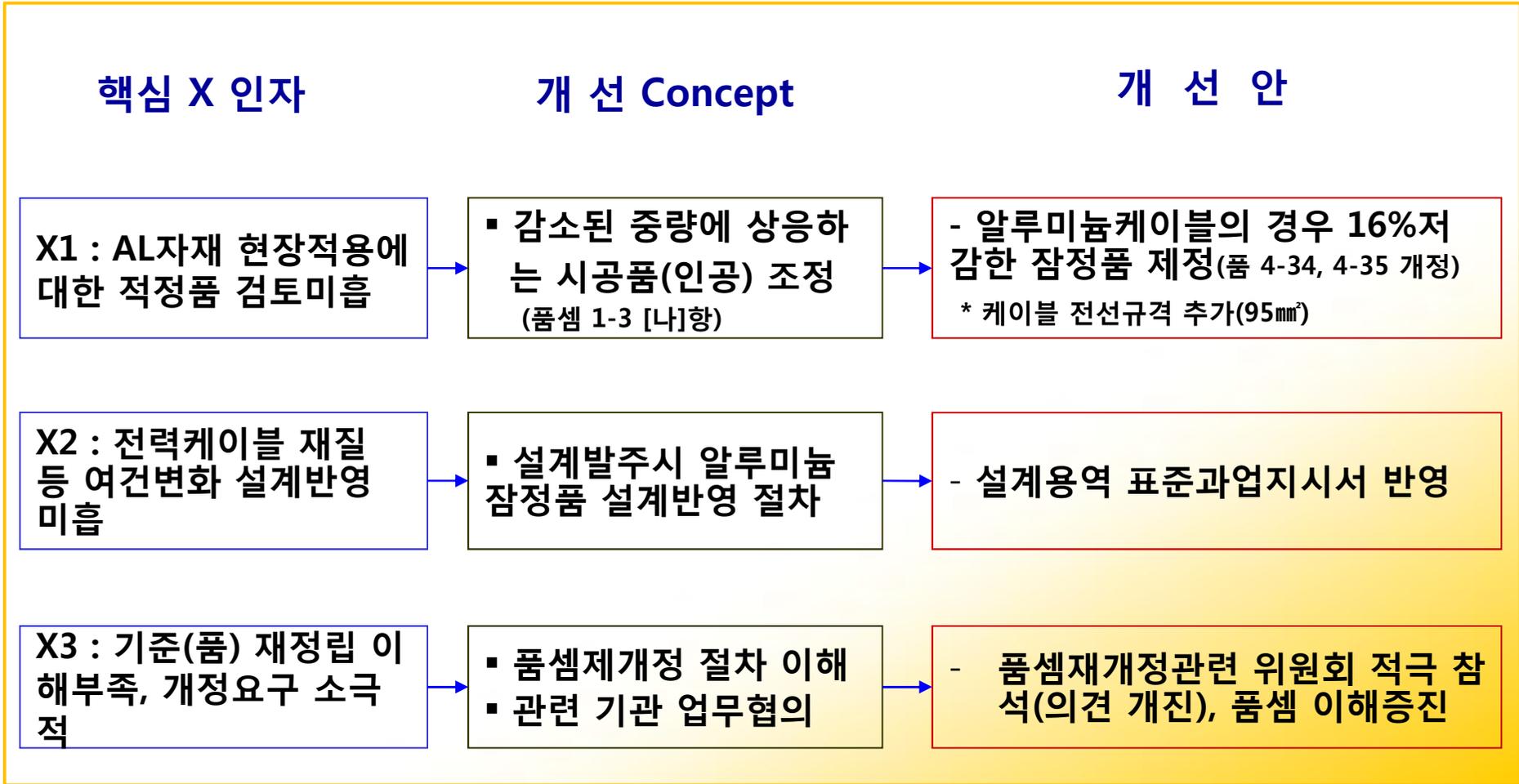
*Korea  
Rail Network  
Authority*

Management  
Innovation

*Improve  
(개선)*

1. 개선안 및 개선Concept
2. 상세 개선안 도출
3. 이해관계자 분석(수용성 평가)

## CTQ : AL케이블 잠정설계품 적용을



## 2. 상세 개선안 도출

### 1) 알루미늄케이블 포설 잠정품셈(안)

#### As-Is(표준품셈)

#### ◆ 4-34 전력케이블 설치

4-34 전력케이블 설치

(단위:km)

P.V.C 고무절연 외장케이블류		케이블전공	보통인부
저압	6mm <sup>2</sup> 이하 단심	4.62	4.62
	10 "	4.84	4.84
	16 "	5.28	5.28
	25 "	6.09	6.09
	35 "	6.58	6.58
	50 "	7.32	7.32
	70 "	8.46	8.46
	120 "	11.58	11.58
	185 "	15.33	15.33
	240 "	18.50	18.50
	300 "	21.55	21.55
	400mm <sup>2</sup> 이하 단심	23.00	23.00
	500 "	24.83	24.83
	630 "	29.47	29.47
	800 "	34.94	34.94
	1000 "	41.38	41.38

#### 【해설】

- ① 600V 케이블 기준, 드럼 다시감기 소운반품 포함
- ② 지하관내 부설기준, Cu, Al 도체 공용

#### To-Be (잠정품셈)

#### 잠정품셈(안)

#### 4-34 전력케이블 설치

(단위 : km)

P.V.C 고무절연 외장케이블류	알루미늄 도체	
	케이블전공	보통인부
70mm <sup>2</sup> 이하 단심	7.10	7.10
95 " (신설)	8.41	8.41
120mm <sup>2</sup> "	9.72	9.72

#### 【해설】

- ① 600V 케이블 기준, 드럼 다시감기 소운반품 포함
- ② 지하관내 부설기준, 철도배전선로 AL도체 잠정품셈 적용
- ③ 이하 생략

- 95mm<sup>2</sup> 규격 신설(직선보간법)
- 16% 가감품 적용

## 2. 상세 개선안 도출

### 1) 알루미늄케이블 포설 잠정품셈(안)

#### As-Is(표준품셈)

#### ◆ 4-35 전력케이블 지중 기계포설

4-35 전력케이블 지중 기계포설

(단위: km)

규격 (mm <sup>2</sup> )	단심 1공 3선		장비사용시간(hr) 원치
	케이블공	보통인부	
60	23.60	19.27	2.97
200	48.60	38.55	6.12
325	69.43	55.54	8.74
600	91.6	74.78	11.55

#### 【해설】

- ① 지하 파형관내 22.9kV급 CN-CV 케이블 단심 1공 3선 포설기준으로 Cu, Al도체 및 공수에 관계없이 공히 적용
- ② 드림 다시감기 소운반품 포함
- ③ 장비(원치, 조합장비 등) 사용기준으로 기계장비의 제경비는 별도 계상

이하생략

#### To-Be (잠정품셈)

#### 잠정품셈(안)

#### 4-35 전력케이블 지중 기계포설

(단위 : km)

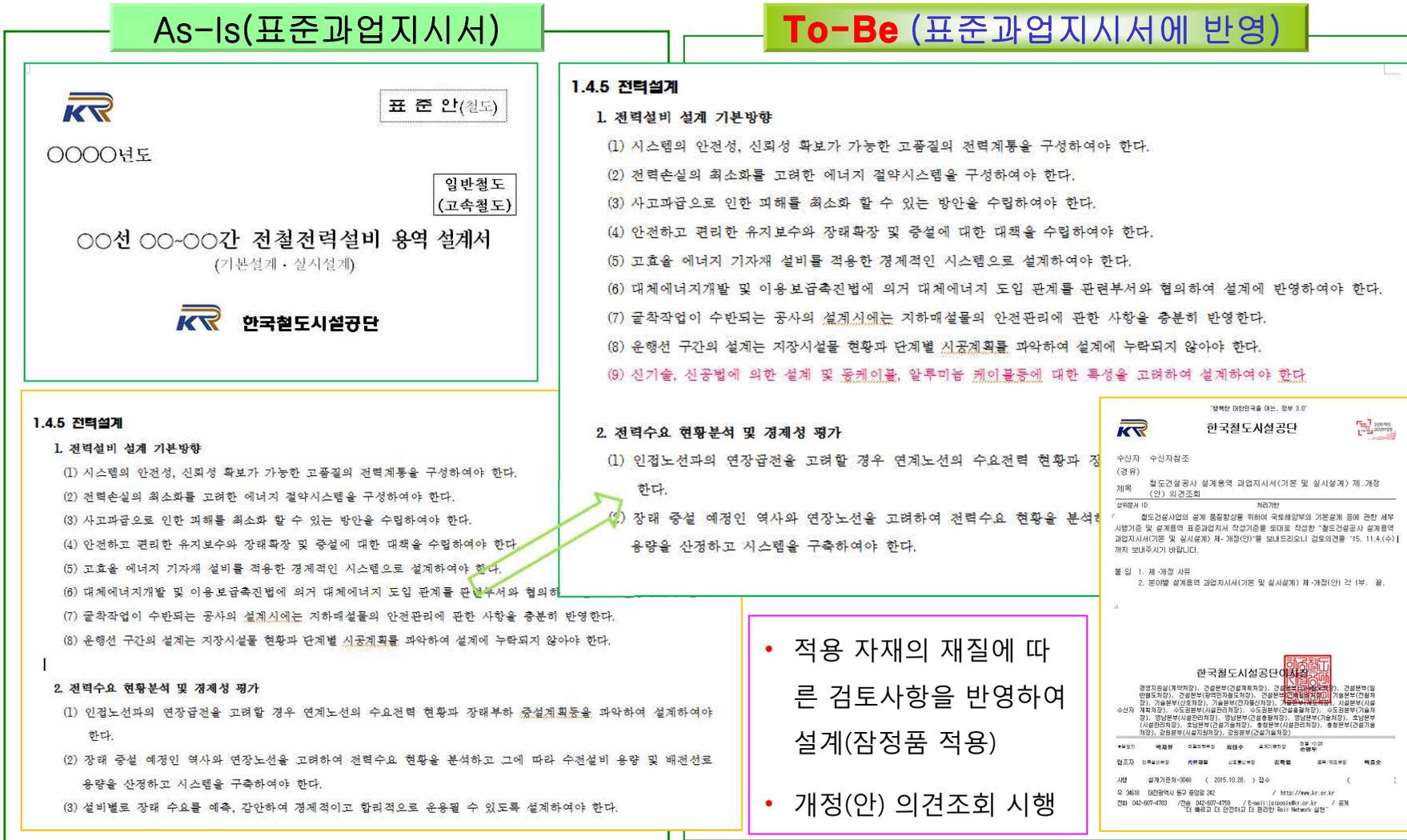
규격 (AL, mm <sup>2</sup> )	단심 1공 3선		장비사용시간(hr) 원치
	케이블공	보통인부	
60	19.82	16.18	2.49
95(신설)	25.07	20.23	3.15
200	40.82	32.38	5.14

#### 【해설】

- ① 지하파형관내 22.9kV급 CN-CV케이블 단심 1공 3선 포설기준, **철도배전선로 도체 AL도체 잠정 품셈 적용기준**
- ② 드림 다시감기 소운반품 포함
- ③ 이하 생략

- 95mm<sup>2</sup> 규격 신설(직선보간법)
- 16% 가감품 적용

## 2) 설계용역 표준과업지시서 반영



## 2. 상세 개선안 도출



### 3) 품셈재개정 의견조회 및 관련기관 위원회 의견개진

#### As-Is (의견조회, 위원회 참석)

\* 품셈관리기관과의 업무 협의 실적 저조

"합당한 대안만큼 없는, 정부 0.0"

**한국철도시설공단**

수신자 (사)대한전기협회 회장 (경유)  
 제목 전기부문 표준품셈 심의위원회 위원 변동사항 회신  
 송신문서 ID: [ ] 처리기관: [ ]

1. 귀 협회의 무궁한 발전을 기원하오며, 전협(송) 제15462호( '15.0.18) 관련입니다.

2. 위 호의 관련 우리공단 전기부문 표준품셈 심의위원회 위원 변동사항에 대하여 전기부문표준품셈 관리지침 제5조 내지 제7조에 따라 불입과 같이 회신하오니 업무에 참조하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

구분	당초	변경	비고
심사위원	차장 임도원	차장 최홍길	-
전문위원	부장 박민주	부장 최태수	-
변경분과위원	차장 최석효	차장 박재운	-
전기철도분과위원	과장 이해원	과장 이해원	변동없음
배전분과위원	과장 임근길	과장 임근길	변동없음

붙임 : 2015년도 표준품셈 심의위원 명단(한국철도시설공단) 1부, 끝.

한국철도시설공단이 사칭

★담당자: 이태원 (공도관리부) 최태수 (전기철도부) (경유) 08/28  
 최홍길 (전문위원)  
 송신: 042/807-4784 / 전수: 042/807-3443 / e-Mail: Lhw512@kr.or.kr / 공개

"더 빠르고 더 안전하고 더 편리한 Rail Network 실현"

#### To-Be (의견조회, 위원회 참석)

수 : 별첨(전자-296) ( 2015. 10. 21. )

목 : 전기부문표준품셈 변경분과위원회 참석요청

社団法人 大韓電氣協會  
 KOREA ELECTRIC ASSOCIATION

발신번호 (전화) 세 158866  
 발신일자 2015. 10. 19.  
 주 소 : 한국철도시설공단 이사장  
 주 소 : KRIET(국립 철도기술연구원)  
 과장 임근길

제 목 : 전기부문표준품셈 변경분과위원회 참석요청

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원하오며, 해당 위원회에 변경분과에 협조하여 주실 것인바요, 감사드립니다.

2. 2015년도 표준품셈 심의위원회 결의를 위하여 아래와 같이 변경분과위원회를 개최하오니 비차별적으로 참석하여 주시기 바랍니다.

개. 일 : 2015년 10. 23(금) 14:00  
 내. 장 소 : 영진빌딩 173 회의실  
 (서울시 용마루 113 영진빌딩 17층)  
 (다. 내 용 : 2015년도 표준품셈 심의위원회 재-개최(안) 관련)

본 협회에서는 표준품셈 재-개정(안) 1부(도용)을, 로,

서명하신 대한 전기 협 회 장 조 봉

언어: 영어는 번역해서 Topica

출장복명서(전기표준품셈 분과위원회 참석)

문서번호 : 설계기준처-3025

출장지	기간	복명일	출장자
대한전기협회	2015. 10. 23(금) 2015. 10. 26(월)	2015.10.27	과장 임근길 차장 박재운

1. 출장목적

- 대한전기협회 "전기부문 표준품셈 변경분과위원회 참석"(10.23. 임근길 과장)
- 대한전기협회 "전기부문 표준품셈 변경분과위원회 참석"(10.26. 박재운 차장)

2. 출장일

- 배전분과(임근길 과장) - 10. 23(금)
  - 표준품셈 1-11-5 신규터널 위험활동물 개정(안) 적용 토의 : 이외없음
  - 철도 터널내 특수한 작업공중에 따른 세부 정의 필요(계도부설 전, 후)
  - 4-3 접지공사 품 재정 토의 : 이외없음
  - 별도의 배전문야에 품 재정시 "접지선 매설" "접속 및 단차설치" 품 추가
  - 철도는 공통접지방식으로 철도선로변에 공동매설접지선, 접지단차함이 설치
  - 4-29 일관, 4-31 합성수지파형관 100mm이하 품 삭제 토의 : 반대
  - 철도의 경우 터널, 송강장, 역광장 등의 전기공사를 용이하게 구분하여 4장품을 적용하므로 전선관 100mm이하 품 "준차" 필요
- 변경분과(박재운 차장) - 10. 26(월)
  - 표준품셈 1-11-3 지세별 활동 개정(안) 적용 토의 : 이외없음
  - 고속도로 구간에서 작업시 활동적용기준 추가
  - 표준품셈 1-11-5 신규터널 위험활동물 개정(안) 적용 토의 : 이외없음
  - 철도 터널내 특수한 작업공중에 따른 세부 추가 검토 필요
  - 표준품셈 1-11-6 기타 활동물 개정(안) 적용 토의 : 이외없음
  - 협상적임에 대한 활동물을 추가
  - 표준품셈 3-164 실리온 정류기 정밀점검 등 개정(안) 적용 토의

★담당자	전출전력부담
박재운	최태수

- \* 품셈분과위원회 공단 명단 제출(위원 위촉 협조 요청(공단→대한전기협회))
- \* 송변전, 전차선, 전력분과 위원회 적극 참석으로 공단 의견 개진, 제개정 이해 증진

### 3. 이해관계자 분석(수용성평가)

#### 알루미늄케이블 잠정품셈 재정립(안)

- 일시 : 2015.11.11(수). 10:00~

- 장소 : 오송 제2교육관

발주번호	국·도·시·군·구·자치도	발주자	목적(제출처)	발주(제출처)명	발주(제출처)명
발주일자	2015. 11. 03.	발주자	비고	비고	비고
발주구분	공공	발주자	비고	비고	비고

철도건설기준 개선 마스터플랜 수립  
전문가 토론회 시행방안

2015. 11



개선과제 처리기한 및 시행방법

번호	개선과제 토의 안건	처리기한				현장조사	시행방법			시행부서
		단기	중기	장기	유예		자체개정	연구	실제반영	
1	발전전용 피복설비 설치 강화	○				○				설계기준 변경
2	부인발전 피복강사설비 설치 방식 기준 수립				○					
3	통신용 배선용구간 피복설비 설치기준 강화				○					
4	교량하부설비(교량하부) 개선	○								
5	정차선 진입선 설계기준 보완	○								
6	직렬용 정차선 놓이게 한층의 곡률 변경	○								
7	정차선도 개폐기류 ETL 설치기준 개선	○								
8	광전케이블 적용환경 기준 개정	○								
9	400mm이상 조속철도 전차선용 설계기준 추가	○								
10	직렬용 기류 콘크리트 400mm 이상 길이 기준 개정	○								
11	비열 발생의 명확한 개정			○						
12	전기안전관리규 또는 순회관리규 추가			○						
13	유압회 인가서인 적용			○				○		기술연구 진
14	복합판 전기설비 중 피복설비	○								
15	비열 발생기준 변경			○						
16	특고압 알루미늄케이블 적정설계용 정립	○								

○ 처리기한 : 분할로, 즉시, 단기(6개월), 중기(1년), 장기(1년이상)

토론회 사진



#### 전문가 수용성 회의 결과

- '15년도 하반기 설계기준 개선 토론회와 병행하여 창의혁신 개선과제의 알루미늄 케이블 시공 잠정품에 대하여 전문가 의견을 수렴함
- 수렴결과 반영

#### 전문가 토론 및 수용성 평가 서명지

견명	철도배전선로 특고압알루미늄케이블 적정 설계품 정립			
일자	2015. 11. 11(수)	시간	10:00	
장소	오송 제2교육관	근거	설계기준처-3106호('15.11.03)	
번호	소속	직위	성명	서명
1	철도안전 설계기준	부장	최태수	최태수
2	"	과장	이해원	이해원
3	"	차장	박재현	박재현
4	"	과장	홍재민	홍재민
5	전철처	차장	유광복	유광복
6	국립중앙도서관	대동	이성우	이성우
7	국립중앙도서관	이사	이승훈	이승훈
8	국립중앙도서관	차장	이정민	이정민
9				

전문가 의견 반영하여 잠정품 최적화

*Korea  
Rail Network  
Authority*

Management  
Innovation

**Control**  
(관리)

1. 실행 계획
2. 관리 계획
3. 개선 효과 파악
4. 맺음말

# 1. 실행계획

개 선 항 목	세부항목	2015년도			2016년도						시행 담당	비고	
		10	11	12	1	2	3	4	5	6			
AL케이블 잠 정품 제정(안) (방침수립)	전력케이블 2개 공 종 알루미늄 시공 잠 정품셈(안) 방침수립	→										KR연구원 설계기준 처	수량 및 단가산 출표준 반영
	- 전기분야 설계용 역 표준과업지시 서 개정(안) 의견 조회 - 개정(안) 방침수립 - 사업부서 통보	→										KR연구원 설계기준 처	설계용 역표준 과업지 시 반영
	품셈 제개정 의견개진 및 협의											KR연구원 설계기준 처	위원회 참석 및 개정요 구

## 2. 관리계획

관리 항목	관리 기준	관리 주기	관리 방법	담당자	비 고
AL케이블 잠정품 제정(안) (방침수립)	60 %	1회 / 년	- 잠정품셈 설계적용내용 모니터링 결과 지속관리	KR연구원 설계기준처	2015년
표준과업지시서 반영 (방침수립)	10 %	1회 / 년	- 표준과업지시서에 의한 설계발주 여부 설계심사 시 확인	KR연구원 설계기준처	2015년
품셈 제개정 의견개진 및 협의	30 %	1회 / 년	- 대외기관 업무 협의 - 표준품셈 분과위 참여	KR연구원 설계기준처	2015년 ~ 2016년

#### □ 개선 예상 효과

C T Q	현수준(BaseLine)		목표(Goal)	
	품질지표	시그마수준	품질지표	시그마수준
AL케이블 잠정설계품 적용율	-	2.02σ	-	6σ

#### ➤ 정량적 효과 (유형 효과)

◆ 7개사업(440km) 적용시 약 10억원 절감

#### ➤ 정성적 효과 (무형 효과)

- ✓ 합리적 설계품 정립으로 전기철도 설계의 선진화 구현
- ✓ 적정 공사비 산정으로 예산절감
- ✓ 표준품셈 분과위원회 등 적극 참여로 공단 의견반영
- ✓ 품셈 제개정 절차의 이해도 증진

### 3. 개선효과 파악(정량적 산출근거)



#### [예산조서(단가산출서)]

공종별 예산조서												
공사종류	규격	단위	수량	재료비		노무비		경비		합계		비고
				단가	금액	단가	금액	단가	금액	단가	금액	
1. 특고압 케이블 공사												
1.1 특고압 케이블(인력100%)												
22.9kV 특고압케이블	TR-DNCE-H/AL 95mm <sup>2</sup> /10x3합(표준)	m	88,000	7,290	7,290,000	4,059	357,192,000	121	121,000	11,470	364,603,000	현행
22.9kV 특고압케이블	FR-DNCO-H/AL 95mm <sup>2</sup> /10x3합(표준)	m	88,000	7,290	7,734,000	2,947	259,336,000	87	87,000	10,324	267,157,000	잠정품
				단가	금액	단가	금액	단가	금액	단가	금액	
2. 특고압 케이블 공사												
2.1 특고압 케이블(기계100%)												
ON/OV-H 95mm <sup>2</sup> /10(기계100%)	Winch 3톤	m	352,000	7,290	2,566,080,000	5,377	1,892,704,000	215	75,680,000	12,882	4,534,464,000	현행
ON/OV-H 95mm <sup>2</sup> /10(기계100%)	Winch 3톤	m	352,000	7,290	2,566,080,000	2,783	979,616,000	111	39,072,000	10,184	3,584,768,000	잠정품
										절감액	1,047,142,000	

1 페이지

우리나라에 철마가 달리기 시작한지 118년이 되었다. 증기기관차를 시작으로 디젤기관차, 그리고 전기철도에 이르러 300km/h가 넘는 고속철도를 건설하고 운영하고 있습니다.

기술의 발전은 하루가 다르게 변하고 있으나, 우리의 생각과 행동은 그에 따르지 못할 때가 있습니다.

그러한 과정에서 업무중 발견된 소소한 것에 대하여 이유를 분석하고 문제점을 파악하여 개선안을 마련하는 일은 정말 소중한 일이며, 이러한 경험은 앞으로도 업무를 수행하는 데 많은 도움이 되리라 생각 됩니다.

짧은 시간이었지만 돌이켜 보면 의미있는 일을 하였다는 생각에 가슴 뿌듯함을 느낍니다. 본 과제를 통하여 공단과 나아가 국가의 재정을 절감하고 시공성의 향상에 기여되기를 바라며, 앞으로도 우리나라 전기철도의 무궁한 발전이 있기를 기원 합니다.

2015.11.09 과제추진 리더 임균길, 지도 MBB 이 해원



Thank for your attention!