

턴키공사 설계품질관리에 관한 연구(시공단계의 설계변경을 중심으로)

The Study of Quality Control in Engineering on the Turnkey Project (Focus on Change Orders at the Construction Phase)

이 용 진* · 이 택 운* · 김 진 영** · 한 충 희*** · 김 선 국****

Lee, Yong-Jin · Lee, Teck-Wn · Kim, Jin-Young · Han, Choong-Hee · Kim, Sun-Kuk

요 약

본 연구는 턴키공사의 문제점 가운데 설계변경에 있어 부실한 설계관리가 상당한 비중을 차지하고 있음에 착안하여, 당초의 설계물이 시공단계에서 설계변경을 초래하게 하는 제도적 문제점을 찾아보고, 현행 책임감리제도하에서 시공자가 수행하는 현장설계변경 절차를 ISO에서 권고하는 절차와 비교하여 그 개선 방안을 알아보고자 하였다. 설계변경상에서 나타나는 문제점으로는 첫째, 시공단계의 설계변경은 원 설계조직이 기술적 타당성, 전반적 완전성, 품질요건 등 사업 전체적 시각으로 검토하는 절차수립 및 이행이 요구되었으며, 둘째로 효율적인 설계관리를 위해서 사업의 조직 및 분장업무, 기술표준의 결정, 설계문서별 작성기준 등 설계계획 단계에서의 개선이 필요하며, 마지막으로 공동도급업체간 설계품질관리체계를 구축하여 설계정보의 공유, 사전검토, 확인 등으로 설계오류를 최소화하는 것이다.

키워드 : 턴키공사, ISO, 설계변경, 설계품질관리

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

정부는 1996년 말 '경쟁력 10% 이상 높이기'의 일환으로 턴키공사 활성화 대책¹⁾을 발표하였고, 기본적인 수요 또는 기준만 제시하고 민간기업이 설계부터 시공까지 모두 수행하는 턴키발주 방식을 추진하기로 하였다. 이는 설계와 시공의 통합으로 신기술, 신공법의 도입촉진과 기술력 제고를 통하여 국내건설산업 발전을 도모하기 위함이다. 이에 따라 우리나라의 턴키공사는 정부의 활성화 정책에 부응하여 공공 부문부터 크게 증가하고 있다. 그러나 현재 턴키계약 방식의 공사는 그 시행에 있어 여러 가지 이유로 계약체결 및 착공 이후에 잦은 설계변경이 발생하고 있으며, 이에 대한 검토와 처리가 지연되어 사업의 예산초과, 공기지연, 부실시공 등을 초래하고 있다. 이러한 설계변경은 설계단계부터 체계적인 절차를 거치지 않은 설계관리에서 기인한다. 턴키공사를 성과와 예산, 공기를 준수하여 성공적으로 수행

하기 위해서는 사업초기부터 현장 설계변경에 이르기까지 설계품질관리가 확보되어야 한다.

본 연구는 국내 턴키공사에서 설계변경을 발생하게 하는 원인으로 입찰 및 계약방식 측면에서 개선이 필요한 사항을 찾아보고, 현행 책임감리제도하에서 설계변경업무 처리절차상 미비점을 분석하여 효율적인 턴키공사 설계품질관리방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 진행은 그림 1과 같다. 우선 턴키공사의 문제점 가운데 부실한 설계관리가 상당한 비중을 차지하고 있음에 착안하여, 당초의 설계물이 시공단계에서 설계변경을 초래하게 하는 제도적 문제점을 찾아본다. 그리고 현행 책임감리제도하에서 시공자가 수행하는 현장설계변경 절차를 ISO에서 권고하는 절차와 비교하여 설계변경상에서 나타나는 문제점을 찾아보고 효율

*경희대 대학원 건축공학과 박사과정
 ** 경희대 대학원 건축공학과 석사과정
 *** 경희대 토목건축공학부 건축공학전공 교수, 공학박사
 **** 경희대 토목건축공학부 건축공학전공 부교수, 공학박사

1) 제2차 건설기술진흥기본계획(1998-2002)을 보면 건설사업 입찰을 기술경쟁 방식으로 전환하고 설계·시공 일괄입찰방식을 공공공사에 단계적으로 확대·적용하기로 하였다. 정부는 공공공사 가운데 대형 및 기술집약적 공사는 원칙적으로 일괄입찰로 시행하여 1997년 25%, 2002년에는 50%수준까지 확대할 예정이다.

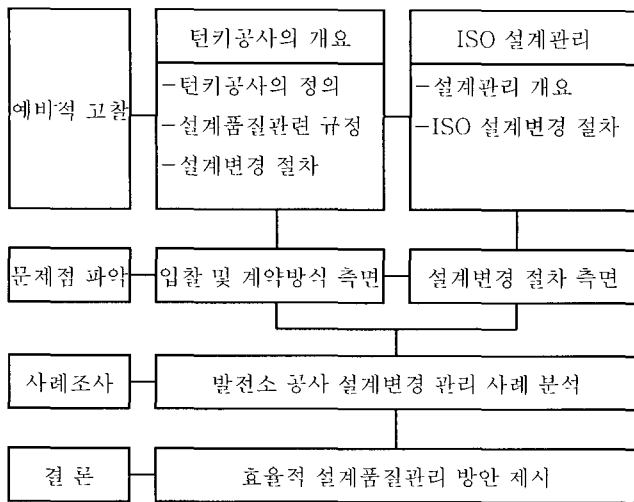


그림 1. 연구 흐름도

적인 방안을 제시하고자 한다. 또한 엔지니어링 업체가 주계약자로서 턴키공사를 수행하는 과정에서 발생하는 설계변경 처리 절차를 분석하여 위에서 제기된 문제점을 확인해 본다.

2. 턴키공사의 설계관리

2.1 턴키공사의 개요

2.1.1 턴키공사

(1) 국내 턴키공사의 정의

턴키 공사는 원래 일괄 계약 방식 공사의 하나로써 도급자가 건설공사의 재원조달, 토지 구매, 설계와 시공, 시운전 등의 모든 서비스를 제공한 후 시설물을 완전한 상태로 발주자에게 인계하는 공사를 말한다.²⁾ 턴키방식은 플랜트, 토목공사, 빌딩건설공사 등의 프로젝트를 초기 타당성 검토부터 건설사업의 전반에 걸쳐 모든 업무를 일괄 수수하여 사업주가 최종단계에서 키만 돌려면(Turn-key) 모든 설비가 가동되는 상태로 인도되는 계약을 말한다.

사업주는 턴키계약을 통하여 설계, 기자재 조달, 시공, 시운전과 성능보장에 이르기까지 프로젝트 전과정에 대한 책임소재를 명확히 할 수 있으며, 사업주 조직이나 관리인력의 충원 등 간접비의 이중부담을 줄일 수 있는 장점이 있다. 특히 플랜트건설과 같은 전문기술이 필요한 분야에서는 그 방면으로 기술과 경험인력을 확보하고 있는 엔지니어링 업체가 기술력을 바탕으로 주도적으로 수행하는 것이 용이하다.

(2) 미국의 턴키발주 방식

미국의 경우 턴키발주는 민간공사에서 활성화 되어 점차 공공

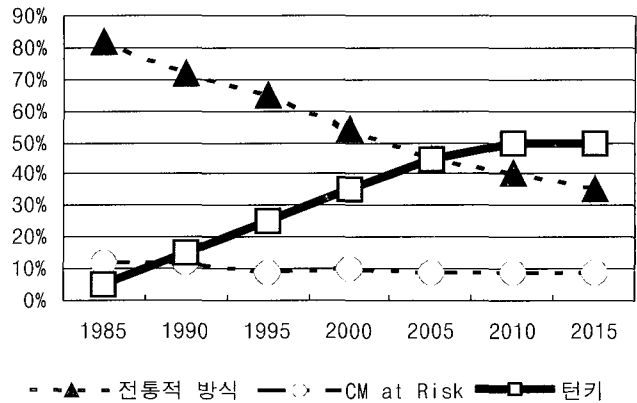


그림 2. 미국 건설공사 발주방식의 과거와 미래 (DBIA 1998)

부문으로 확산되는 추세이다. 미국 연방정부에서도 최근 (1996년 4월) 턴키발주방식이 도입되었고 연방정부차원에서 턴키방식과 기타 발주방식의 사례를 비교하고 검증을 통해 적극적으로 확대시키고자 하는 노력이 활발히 전개되고 있다. 그림 2에서 보는 바와 같이 1998년 현재 미국 건설공사 전체 중의 약 30%가 턴키방식으로 발주되고 있으며, 2010년까지는 50% 이상이 되리라고 예측하고 있다.³⁾

미국 국방성 산하기관의 발주방식 평가⁴⁾에 따르면 프로젝트의 성과 측정은 공사비 증가, 공기 연장, 그리고 설계 결함으로 인한 설계 수정 3개 부문으로 나누어 평가한 결과, 턴키 방식이 세 가지 중에서 가장 유리한 방식으로 분석되었다. 특히, 턴키방식이 기타 방식에 비해 가장 유리한 부문은 설계변경부분으로서 타 방식의 1/4밖에 되지 않는 것으로 나타났다.

2.1.2 설계품질 관련 규정

국내 턴키 대상공사는 현행 건설공사 품질관리 규정에 적합하도록 시행하여야 한다. 건설기술관리법 제24조 건설공사의 품질관리⁵⁾를 보면 건설업자 및 주택건설등록업자는 건설공사의 품질확보를 위하여 품질보증계획을 수립하고 이에 따라 품질시험 및 검사를 실시하여야 하며, 동 시행령 제41조에 의하면 일정규모 이상인 건설공사는 품질보증계획을 수립하도록 규정하고 있다. 동 법에서는 일정 규모 이상인 건설공사의 부실설계를 방지하기 위하여 설계자문, 감리, 심의와 같은 규정을 두어 설계단계부터 품질확보를 기하고 있다. 다만 설계감리를 한 건설공사의 경우

3) 미국의 비전통적 발주방식 동향과 시사점, 건설산업동향, 63호, CERIK, 재인용.

4) Pocock, J. (1989). Comparison of Traditional, Traditional with Partnering, and Design-Build Project Performance. Ph.D. Dissertation Research Data, University of Illinois.

5) 전면책임감리 대상인 500억 이상, 다중이용건축물로서 연면적 3만 제곱미터 이상의 건설공사, 총공사비 5억원 이상 토목공사, 연면적 660제곱미터 이상 건축공사로 품질보증계획 수립대상 공사범위를 규정함.

2) 이상호, 건설광장, 1995.5.34P.

와 기타 대통령령이 정하는 건설공사는 예외규정이 적용되며, 동 시행령 제39조(설계 등의 심의 대상 공사)에서도 원자력 시설공사와 설계자문위원회의 자문을 받은 건설공사를 제외한다고 규정하고 있다.

(1) 설계자문

건기법 시행령 제5장 건설기술용역 및 건설공사의 관리등' 제 38조의 7(설계자문)에 의하면 발주청은 건설공사의 안전과 시공의 적정성 등 설계의 타당성을 사전에 검토하여 부실설계를 방지하기 위하여 설계 등 용역에 대하여 발주청의 자문에 응하는 설계자문위원회를 구성, 운영할 수 있으며, 발주청은 설계 등 용역의 착수단계, 중간단계 및 마무리단계에 걸쳐 설계자문 위원회의 자문을 받도록 하고 있다.

(2) 설계감리

건기법 제22조(설계감리)에는 발주청은 그가 발주하는 설계등 용역 중 대통령령이 정하는 용역에 대하여는 건설교통부장관이 지정하는 설계 등 용역업자로 하여금 설계감리를 하게 하여야 한다고 규정하고 있다. 동법 시행령 제38조의 12(설계감리 대상 용역)에 의하면 1종 시설물의 건설공사의 기본설계(발주청이 설계감리가 필요하다고 인정하는 경우)와 실시설계 및 신공법 또는 특수공법에 의하여 시공되거나 주요구조물이 포함되는 건설공사로서 발주청이 설계감리가 필요하다고 인정하는 기본, 실시설계에 대하여는 설계감리 대상임을 규정하고 있다.

(3) 설계심의

건기법 제23조(건설공사설계등의 심의)에 의하면 발주청은 그가 시행하는 건설공사로서 일정규모 이상의 공사에 있어서는 설계의 타당성과 시설물의 안전 및 공사시행의 적정성에 대하여 중앙위원회 또는 지방위원회의 심의를 받아야 한다고 규정하고 있다. 심의를 받은 건설공사에 대하여는 특별한 사유가 없는 한 그 심의결과에 따라 필요한 조치를 하여야 한다.

2.1.3 국내 턴키공사의 설계변경 절차

(1) 설계변경의 항목

국내 공공공사의 턴키 입찰안내서에 의하면 아래와 같은 경우에 설계변경이 가능하다고 명시하고 있다.

- 설계서 내용의 불분명, 누락, 오류 또는 상호모순,
- 지질, 용수, 지하 매설물 등 공사현장의 여건이 설계서와 다를 경우,
- 신기술이나 새로운 공법을 적용할 경우 공사비의 절감 및 공기의 단축 등의 효과가 현저할 경우,
- 외부적 사업환경의 변동, 사업추진의 기본계획의 조정, 민원, 기타 시설물의 추가 등 발주자의 요구

턴키공사에서 설계변경은 사업 관련 참여조직의 필요에 따라 다양하게 발생할 수 있다.

- ① 발주자 : 사업의 외부적 사업환경의 변동, 사업추진 기본계획의 조정, 민원에 의한 계획변경, 공법변경, 기타 시설물 추가 등의 이유로 설계변경을 요청할 수 있다.
- ② 감리자 : 현행 감리업무수행지침서에 의하면 감리자는 공사시행과정에서 당초설계의 기본적인 사항(중심선, 계획고, 구조물의 구조 및 공법)의 변경 없이 현지여건에 따른 위치변경, 수량증감, 단순구조물의 추가 또는 삭제 등 경미한 설계변경은 변경 도면, 수량증감, 및 증감공사비 내역을 시공자로부터 제출 받아 검토, 확인하고 우선 변경 시공토록 지시할 수 있게 하고 있다.
- ③ 시공자 : 시공업체는 현장여건과 설계도서가 부합되지 않거나 시공편의, 신공법의 적용, 공사비의 절감 및 건설공사의 품질향상을 위해 설계변경 할 수 있으며, 사유서, 설계변경도면, 개략적인 수량 및 공사비 증감내역 등의 서류를 작성하여 설계변경을 요청할 수 있다.

(2) 설계변경 절차

시공업체는 발주자측의 요청이나 시공상의 여러 가지 이유로 제기된 설계변경에 대하여 이행가능 여부를 공정, 자재수급 상황, 예산, 시공성 등의 측면에서 검토하여 추가 공사도서에 반영하여야 한다. 감리자는 이 사항을 검토, 확인한 후, 기술검토의 견서를 첨부하여 발주자에 보고하는 등의 처리절차를 밟는다. 현행 책임감리대상인 턴키공사의 설계변경절차는 그림 3과 같다. 설계변경의 책임이 누구에게 있는가에 따라 변경설계작업을 수행하는 주체가 정해질 수 있으나, 설계자의 귀책사유로 인한 설계변경을 제외하고 대부분 감리자의 검토과정을 거쳐 처리되고 있다.

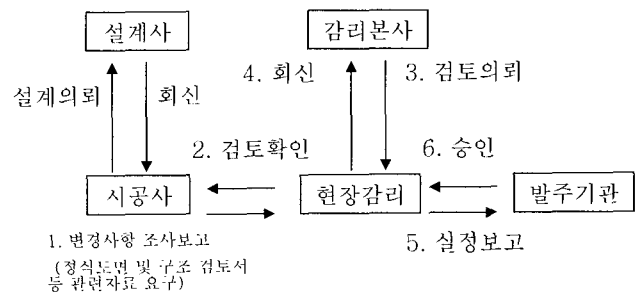


그림 3. 설계변경 절차

2.2 ISO설계품질 관리

2.2.1 ISO설계품질관리 개요

1987년에 국제표준화기구는 국제품질규격(ISO9000 시리즈)을 제정하고 1994년 1차 개정을 하였다. 여기에 설계관리 요건을 명시하여 과거 특정 산업에 적용해 오던 설계 품질보증 활동을 일반 제조, 건설 및 서비스 산업 등 모든 산업으로 확대 적용

하도록 하고 있다. 이 규격은 무역거래, 건설, 산업, 서비스산업 등 전 분야로 확산되고 있으며, 우리나라 정부도 국제적 환경변화에 대처하고 국내산업의 품질수준을 제고하기 위해 ISO 9000-9004의 5개 규격을 KSA9000-9004로 번역하여 적용하고 있다. ISO 9001 4.4의 설계관리에는 설계입력의 정확한 식별, 설계방법의 올바른 선택, 설계 인터페이스의 원활한 관리, 설계검토 및 검증, 설계문서 및 설계변경 관리 등의 절차적 요소를 기술하고 있다.

(1) 설계관리

설계관리란 정확한 요건과 표준을 설계과정에 반영하여 의도한 설계결과물이 나오도록 하는 것이다. 설계품질보증의 기본요건을 규정하고 있는 설계업무는 프로세스 관리나 절차의 수립, 이행과 같은 관리적 요소와 기술자료, 표준 기술문서, 설계자의 기술수준, 관련기술자료 등과 같은 기술적 요소로 구분할 수 있다. 기술적 요소는 업체나 개인의 특성에 따라 큰 차이가 있을 수 있으므로 객관적 관리에 한계가 있으며, 연구, 기술개발을 통하여 검증된 기술을 자료화하여 설계에 이용하여야 한다. ISO9000에는 설계공정이 정확한 방법으로 수행되고, 설계가 요건에 맞게 이루어질 수 있도록 그 과정의 문서화를 규정하고 있다.

(2) 설계품질 보증

설계품질이란 시공을 목적으로 한 품질이며 '목표품질'이라고도 한다. 건설을 하나의 프로젝트로 생각할 경우, 최종적으로 완성한 건설물의 좋고 나쁨에 가장 많은 영향을 미치는 것이 설계품질이다.

ISO에서는 표1에서 보여지는 바와 같이 설계관리 요건을 명시하여 과거 특정 산업에 적용해 오던 설계 품질보증 활동이 일반 제조, 건설 및 서비스 산업 등 거의 모든 산업으로 확대, 적용되도록 하고 있다.

표 1. 설계업무의 요건별 관련절차(예)

ISO 9001요건	대 표 적 절 차
4.4 설계관리	설계 및 개발계획의 수립 및 관리
	설계입력 및 정보관리
	설계문서(도면, 계산서, 시방서 등)의 작성 및 관리
	설계 인터페이스 관리
	설계 검토 및 검증관리, 설계변경관리

(3) 설계 품질관리 체계 구축

ISO에서는 설계업무에 대한 품질관리체계를 구축하기 위해서는 설계입력 설정의 최초단계에서부터 기술 및 경영관리에 대한 제반 품질활동을 규정하고, 품질 매뉴얼의 수립과 함께 세부적인 절차서나 지침서의 수립·이행을 요구하고 있다. 이러한 설계업무의 시스템적인 관리는 모든 조직과 인원에게 명확한 책임 부여, 업무개시 단계부터 품질확인을 통한 설계결함의 사전예방, 효과적인 정책 및 방향제시를 통하여 목표품질을 달성하도록

하고 있다.

2.2.2 ISO 설계변경 절차

(1) 설계변경의 항목

ISO에서는 설계변경 및 수정에 대하여 실행 전에 권한이 부여된 자에 의해 파악, 문서화, 검토 및 승인되도록 규정하고 있다. 설계변경은 아래와 같은 여러 가지 이유로 시행될 수 있다.

- ① 설계오류 또는 구매자나 계약자가 변경을 요청한 경우
- ② 설치 또는 제작상 어려움이 있는 경우
- ③ 제품 또는 제반 성능이 개선되었을 경우
- ④ 안전성, 규제요건 등의 변경이 있는 경우
- ⑤ 설계검증 결과 변경이 필요한 경우 또는 시정조치 결과의 반영이 요구되는 경우

(2) 설계변경 절차

설계변경의 필요가 있을 경우, 설계자는 절차에 따른 설계변경 의뢰서를 작성하여 관리대장에 등록하고 관련 부서로 전달한다. 주관부서는 각 분야 담당자의 검토를 통하여 기술적 적합성을 평가한 후 책임자의 사업/품질요건의 검토와 사업책임자의 최종 승인이 끝난 후 변경도면을 발행한다. ISO에서 제시하는 설계변경 절차는 그림 4와 같이 처음 설계도면 작성될 때와 동일한 절차를 지키도록 하고 있다.

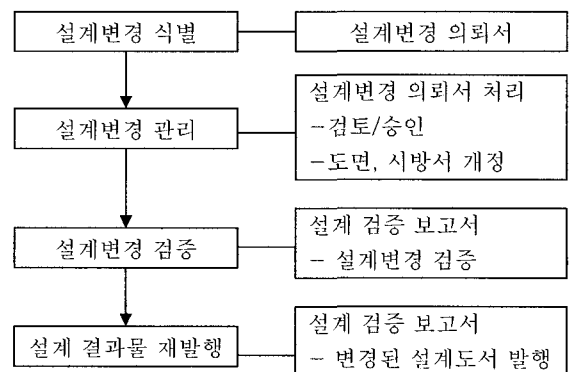


그림 4. ISO 설계변경 관리 과정도

2.3 국내 턴키공사 설계변경의 문제점

2.3.1 입찰 및 계약방식 측면의 원인

(1) 공동도급 계약제도

국가계약법 시행령 제72조②항에 의하면 각 중앙관서의 장 또는 계약담당 공무원이 경쟁에 의해 계약을 체결하고자 할 경우에는 계약의 목적 및 성질상 공동계약에 의하는 것이 부적절하다고 인정되는 경우를 제외하고는 가능한 한 공동계약에 의해야 한다고 명시하고 있어서 사실상 공동도급을 유도하고 있다. 현행 PQ제도로 시행되는 턴키공사 입찰심사 과정에서 심사위원의

기본설계에 대한 평가점수가 낙찰여부를 결정할 수 있는 만큼 중요하기 때문에 시공업체는 계열사 엔지니어링 업체와 공동 입찰하기 보다 낙찰 과정 적격심사에서 높은 점수를 얻을 수 있는 설계업체를 파트너로 선정할 수밖에 없다. 아직까지 우리나라에서 시공업체가 건축설계업을 겸할 수 없으며, 제도적으로 겸업이 가능한 토목부문도 시공업체가 자체 조직으로 수행하기보다는 공동도급의 형태를 취하고 있다. 턴키 프로젝트에서 설계변경을 최소화하기 위해서는 건설업체가 설계와 시공을 모두 수행할 수 있는 EC(Engineering Contractor)화가 되어야 하나, 현행 제도로는 건설업체가 엔지니어링 업무를 수행할 수 있다하더라도 특정 공종과 관련해서는 설계업체와의 공동도급이 불가피하다.

현행 입찰제도 아래에서 입찰시 설계 평가 점수를 더 많이 받기 위해서 설계수준을 높게 되고, 이 과정에서 예산에 대한 적정성은 도외시될 가능성이 높아진다.

(2) 기본계획의 부실

턴키공사는 입찰 후 계약까지 장기간이 소요되지만, 실제 발주처와의 계약도서가 되는 실시설계도서는 입찰과정에서 일정에 촉박하게 작성되기 때문에 불완전하며, 그 결과 공사 시공 중 설계변경 사례가 많아진다. 현행 국내 턴키입찰제도상 설계기간은 선진국의 50% 수준에 그치고 있다.(실제로 00월드컵 구장의 경우 기본설계는 현장설명일로부터 90일 이내, 실시설계 적격자 지정일로부터 180일 이내 실시설계를 제출하도록 함)

국내 엔지니어링 기술력이 선진국의 65% 내외 정도인 것으로 인식되고 있는 실정에서 이와 같이 설계기간이 짧은 것은 부실설계를 할 수 밖에 없는 원인으로 지목되고 있다. 또한 교통영향평가나 환경영향평가 결과도 애초에 설계에 반영되어야 하지만, 일반적으로 그 기간이 기본설계기간보다 길기 때문에 기본설계도서에 반영되지 않은 상황에서 낙찰자가 결정된다. 기본설계시 반영하지 못한 교통영향평가나 환경영향평가 결과를 실시설계도서에 반영할 수 있도록 하는 근거규정을 마련하고, 이에 따른 설계변경이 필요하다.

표 2. 설계 시공입찰 발주절차 일정

구 분	일 정 00월드컵 주경기장
입찰방법 심의 및 입찰공고 단계	-집행기본계획서 제출(매년 1월 15일까지) -심의결과(매년 2월 20일까지 통보) -집행기본계획서 조정제출(매년 3월 10일까지)
설계심의 및 계약단계	-낙찰자 결정(실시설계서 제출 60일 이내)

2.3.2 설계변경 절차 측면

(1) 공동도급 체제

턴키 계약은 공동도급 분담이행방식에 의거 설계-시공 책임이 분리되어 있으나 상대적으로 영세한 설계업체는 시공사의 하

도급의 위치에서 업무를 수행하고 있다. 설계업체는 실시설계도면 납품으로 역무를 끝낸 것으로 인식하고 있으며, 현장설계변경 업무에는 개입하지 않은 채 시공사가 변경한 도면을 차후에 날인하고 있는 것으로 조사되고 있다. 현장에서 설계변경은 시공업체의 책임으로 이루어지고 있다. 시공업체는 원 설계자의 설계기준이나 설계 시스템을 파악하지 못한 채 설계도서, 시방서 같은 설계 결과물만 가지고 변경도면을 작성하고 있다. 단순한 설계변경은 7일 이내, 그 외에 사항은 14일 이내에 검토처리가 되도록 하고 있으나, 이 과정에서 결정지연으로 인해 즉시 처리되지 못하고 있다. 실제로 현장 설계변경 처리에 2개월 이상이 소요되어 공기지연이나 부실공사를 초래하는 경우도 있다.

(2) 책임감리제도

현장설계변경 절차에서도 감리자의 검토와 승인이 필요하다. 정부는 부실공사 예방대책으로 설계부문에 설계도면 상세화 및 시공전 감리업체 사전 검토 의무화 등의 대책을 강구하고 있다. 그러나 감리자가 설계과정에서 발생한 정보(규정, 표준, 법규, 설계개념)를 파악하지 못한 상태로는 설계부적정 사항을 찾아내기 어렵다. 설계요류나 현장여건과 다른 설계사항은 대부분 시공도중에 발견되어 설계변경절차를 거치게 된다. 이때 감리자는 설계도면과 시방서만으로 설계변경의 기술적 적합성을 공기, 예산, 품질 측면에서 검토하여야 한다. 현장에서 처리가 곤란한 업무는 감리본사의 비상주감리원의 기술적 검토를 받고 있으나, 원 설계의도와 부합되는 설계변경처리가 어려운 실정이다. 신공법 또는 특수공법에 의하여 시공되거나 주요구조물이 포함되는 경우는 자문을 통하여 기술적 타당성 검토를 의뢰할 수 있지만 건설공사중에 발주자가 필요하다고 인정하는 경우에도 공기, 경비, 현장여건 등을 고려하면 실현되기 어려운 실정이다.

(3) ISO설계변경 절차와 비교

국내 현장 설계변경은 시공업체가 설계자를 배제한 채 책임감리의 검토와 감독의 승인을 얻어 처리하고 있다. 이러한 설계변경은 현장 감리단 자체검토와 감리본사의 비상주감리를 거쳐 발주처의 승인을 얻는 절차로 이루어지고 있다. 반면에 ISO 설계변경은 원 설계조직에서 설계도서의 작성과 같은 절차로 설계변경 검토/승인, 검증이라는 과정을 거치게 되어 있다. 이 두 가지 설계변경 절차에서 두드러지게 나타나는 차이점은 설계변경을 수행하는 주체가 현행 책임감리제도는 시공업체이며, ISO 절차

표 3. 책임감리제도와 ISO의 설계변경 절차비교

설계변경절차	책임감리 제도	ISO 설계변경 관리
작성자	시공자	설계자
검토단계	책임감리자, 비상주감리	최초 설계 조직
확인과정	설계자가 배제	설계조직 책임자
승인자	감리자, 발주자	설계업체 책임자, 발주자
결과물	차후에 설계자 날인	설계변경도면 발행

는 원 설계조직이 된다는 것이다. 현행 공공공사 책임감리제도 하에서 발주자의 요청에 따른 현장 설계변경 절차와 ISO의 설계 변경 절차를 비교하면 표 3과 같다.

ISO에서 제시하고 있는 설계변경절차는 법규 및 표준 등에서 설계변경은 최초 설계시와 마찬가지로 검토를 받도록 하고 있으며, 가능하면 최초 설계자가 직접 검토할 수 있도록 하고 있다. 현장 설계변경관리의 부실이 설계문제의 대부분을 차지하고 있으므로 설계변경은 최초설계를 행한 설계자나 조직의 검토 및 통제를 통하여 전체 설계의도에서 벗어나지 않도록 하여야 한다.

3. 설계변경관리 사례분석

3.1 설계 품질관리 체계

본 사례는 발전소 종합설계를 수행한 엔지니어링 업체⁶⁾가 턴키입찰 주계약자로서 화력발전소 배연탈황사업을 수행한 것을 대상으로 하였다. 턴키공사 계약자는 발주자의 품질보증계획서에 따라 해당 프로젝트의 건설사업품질보증계획서를 작성한다. 사업의 품질보증계획서 요건에 따라 품질관련 업무를 직접수행 또는 감독하는 단위 역무분야의 품질목표를 달성하기 위해 사업관리, 설계관리, 공정관리, 구매관리, 시공/안전관리 등과 같은 사업내부 절차를 작성한다. 턴키공사 사업품질보증계획 체계는 그림 5와 같다. 설계변경관리절차는 사업내부절차서의 설계관리 편에 포함되어 있다.

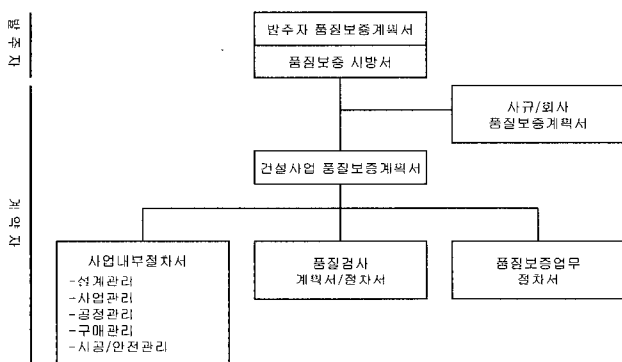


그림 5. 턴키공사 사업품질보증계획 체계

3.1.1 설계변경의 관리

(1) 설계변경의 기본요건

설계변경은 프로젝트가 완료되기 전까지 필연적으로 생기기 마련이다. 설계변경사항의 적절한 처리는 발전소 건설의 품질을 보증하는데 중요한 비중을 차지한다. 설계변경에 대한 기본요건

6) 대상업체는 한국전력기술(주)(KOPEC)로서 국내 발전소를 비롯한 에너지 관련 설비 및 대형 프로젝트의 종합설계, 시공, 구매, 사업관리 등 엔지니어링 업무 전반에 걸쳐 고도의 기술집약적 업무를 수행하고 있다.

은 아래와 같다.

- ① 설계변경은 최초 설계도서를 작성, 검토 승인한 것과 동등한 수준으로 기술적 타당성 검토가 필요하다.
- ② 설계변경의 검토승인에 대해 별도조직이 관여할 경우 검토자는 원설계의 요건과 설계자의 의도를 충분히 파악한 후 해당설계분야를 검토하도록 한다.
- ③ 설계오류로 인하여 중대한 설계변경이 필요한 경우 설계과정과 설계확인 절차를 검토하여 차후에 동일 한 사례가 재발하지 않도록 필요시 절차를 개정한다.

(2) 설계변경의 관리 과정

설계변경사항에 대한 검토 및 통제를 받는 것은 절차서에 명시되어 있다. 설계변경은 최초 설계시와 마찬가지로 검토를 받도록 하고 있으며, 가능하면 원설계자가 직접 검토할 수 있도록 하고 있다. 설계변경과정을 간단히 도식으로 표현하면 그림 6과 같다.

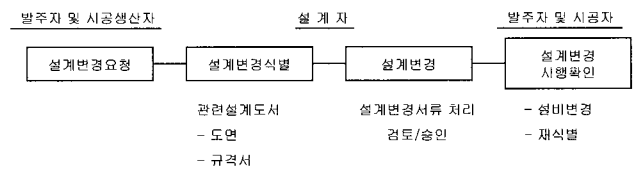


그림 6. 설계변경 관리과정

3.1.2 설계변경의 유형

(1) 설계단계의 설계변경

설계단계에서는 변경사항의 신속한 조치가 요구될 경우, 혹은 전반적인 개정에 앞서 다수의 변경이 예상될 경우에 설계변경통보서(FCN)를 발행하여 설계서류의 개정과 같은 효과를 갖는다.

설계변경통보서에는 통보서의 번호, 변경 요구조직 및 변경이유, 변경내용 및 영향을 받는 설계서류 등을 포함하여 관련 조직이 설계변경사항을 반영하고 절차에 따라 관리될 수 있도록 한다. 각 설계도서에 대해 10건의 통보서가 발행되거나 6개월이 경과하면 도면을 개정하도록 하고 있다.

(2) 시공단계의 설계변경

기자재 공급자나 시공자가 시공단계에서 사용하는 설계변경은

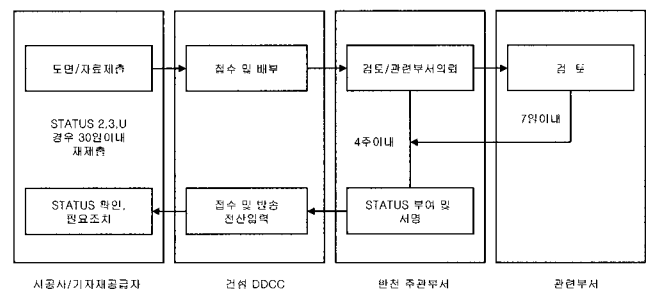


그림 7. 시공자 및 기자재 공급자 제출물 처리 업무 흐름도

(* DDCC: Drawing & Documents Control Center)

표 4. 설계변경 시행방법 분류

분 류	이행방안	장 · 단점
설계자 승인전 설계변경 시행 (Proceed at Risk prior to Engineering Approval)	-현장변경 시행후 변경사항에 대한 설계자의 검토 및 승인 조치 -관리보강 요소 · 설계변경 남용방지 · 숙련된 설계기술자 투입 · 설계자의 검토 및 승인 기간 관리	- 장점 · 기술검토 과정중의 건설지체해소 - 단점 · 검토결과 재작업 발생 가능 · 다량의 Open Change 발생 우려 · 현장변경 문서화 미비로 As-Built화 기회상실 초래 가능
설계자에 의한 영향문서 개정 (Issue Revised Document)	-현장변경 시행전 변경사항에 대한 설계자의 승인 및 영향문서(Base Document) 개정 -개정된 영향문서(Base-Document)에 의한 시공	-장점 · 관리용이 · 완벽한 As-Built화 가능 -단점 · 다수의 변경발생시 공정지연 초래 · 완벽한 변경요청서 작성이 필수적
설계자가 승인한 설계변경 문서발행 (Issue Change Documents with Engineering Approval)	-현장 변경요청에 대한 설계자의 승인을 득한후 변경시행 · 해당 영향문서 추후개정 -관리 보강요소 · 해당 영향문서에 대한 승인된 요청서의 식별체계 수립 · 반영기한 및 발행건수 제한	-장점 · 상기 2개 시스템의 단점 제거 -단점 · 미반영 요청서의 다량 축출 및 이로 인한 시공조직의 설계 해석상 불편초래

표 5. 설계변경 시행 사례

분 류	변경수단(요청서)	적 용 범 위	영향문서 개정
A/E 승인전 설계변경 시행	Field Change Notice(FCN)	A/E에서 제시한 발주자의 임의 설계변경 가능 범주내에서 A/E사전 검토없이 현장변경 시행, A/E 검토는 FCN 발행후 3일 이내 실시	필요한 경우 추후 반영
A/E에 의한 영향문서 개정	Start-up Field Report(SFR)	발전소 시운전 단계에서 발생된 문제점 보고서로서, 필요한 경우에는 A/E설계영향문서 개정 및 현장변경 시행	필요한 경우즉시 A/E 설계영향문서 개정
	Temporary Construction Opening Request(TCOR)	발전소 건설중 임시개구부 추가 설치 요청서로서, 필요한 경우 A/E 설계영향문서 개정 및 현장변경 시행	
A/E가 승인한 설계변경 문서발행	Field Change Request(FCR)	발전소 건설중 현장변경 요청서로서, A/E승인 즉시 현장변경 시행	영향문서 개정시 혹은 발행일 이후 120일 이내 영향문서 개정
	Supplier Deviation Disposition Request(SDDR)	BOP 기자재 구매계약서내 기술사양의 요건 이탈에 대한 승인 요청서로서, A/E의 승인 즉시 현장변경 시행	
	Design Change Notice (DCN)	A/E 설계에 대한 자체 설계변경의 방법으로서 설계문서는 직접 개정하지 않고 부분적으로 변경시행 통지	

아래와 같은 종류의 변경요청서를 활용하고 있다.

- 공급자 설계변경요청서(Supplier Deviation Disposition Request) ; 구매사양요건에의 변경요청 또는 현장사용 /수리로 처리결정된 부적합 사항의 해결
- 현장 설계변경요청서(Field Change Request) ; 건설요건의 변경 또는 요건을 준수하지 못할 경우 해결
- 기술적 적합성 입증 및 발주자의 승인
- 공급자 설계변경요청서(Supplier Deviation Disposition Request)

위와 같은 설계변경요청서는 그림 7과 같이 설계단계와 동일한 처리절차를 거쳐 검토되고 설계도면에 반영한다.

3.2 설계변경의 방법

3.2.1 설계변경 시행방법 분류

발전소 건설과정에서 필연적으로 발생하는 설계변경을 품질보

증 요건을 만족하면서 적기에 수행하여야 발전소 시설물의 품질 확보와 공기지연을 방지할 수 있다.

표4는 INPO⁷⁾에서 제시한 건설 프로젝트에서의 설계변경 시행방법 분류이다. 여기서 제시된 설계변경 시행방법의 분류는 설계자가 설계변경을 사전에 관여하였는지 여부에 따라 변경 이행방안을 기술하고 있다.

3.2.2 설계변경 시행 사례

위의 설계변경 시행방법 분류로 발전소 설계변경 수단을 정리하면 표5와 같다. 아래의 설계변경 요청 수단 중 현장설계 변경 통보서는 설계자인 A/E 승인전 설계변경을 시행하는 방법으로 설계변경 남용에 대한 우려는 있지만, 타당한 임의 설계변경

7) INPO(Institute of Nuclear Power Operations)Guideline 86-023 "Guideline for Nuclear Power Station Construction Projects" Volume2 "Design Engineering", Oct. 1986.

범주를 설정하고, 발주자 및 시공자의 설계분야에 속련된 설계 기술자를 투입 운영하게 함으로써 설계변경에 의한 공사지체 영향의 최소화 및 설계 효율성의 제고를 기하기 위해 어느 정도의 활성화가 필요하다 할 수 있다. 그러나 설계변경시 엄격한 기술적 타당성 및 품질확인 절차를 거쳐야 하는 수행과정과 설계에 적용된 각종 기준, 설계요건, 규제 등을 파악하기 어려운 발주자나 시공자측에서 이 도구를 실제로는 거의 사용하지 않고 있다.

3.3 문제점 도출

발전소 건설이라는 장기 프로젝트를 수행하는 경우 설계 당시에는 완벽한 설계일지라도 시간이 경과함에 따라 주변환경, 법규정의 개정, 기술의 발달, 생활 표준의 상승에 따른 고객요구의 변화 등으로 설계변경사항의 발생은 필연적이라고 할 수 있다. 설계업체에서는 공식적인 변경검토 계획을 수립하는데 다음과 같이 조직 및 관리상 문제가 야기된다.

- ① 모든 설계변경 검토에 원설계조직이 매 개정 마다 참여하여야 하는가? 이 경우 업무지연은 얼마나 될 것인가?
- ② 사소한 변경에 대한 현장설계변경도 공식적인 검토 과정을 전부 거쳐야 하는가?
- ③ 설계변경은 관련된 모든 서류의 재수정, 보완 필요성
- ④ 설계변경과정 및 절차의 정도

3.3.1 설계변경 시행방법 분류

설계변경 사항을 기술적 완전성을 확보하고 공정지연을 초래하지 않도록 관리하는 것은 설계품질관리의 필수적인 요소이다. 대부분의 A/E회사에서는 선행호기를 통한 경험과 사업수행절차 등을 통해 설계변경을 무리 없이 수행하고 있으며, 이 변경사항과 관련된 모든 서류의 재수정, 보완작업을 확인하고 설계변경 요청서를 종결처리하고 있다.

설계자는 설계품질보증계획에 따라 처음부터 올바르게 되도록 설계업무를 수행하되, 설계변경에 대한 과거의 경향 및 원인분석을 통해 설계의 문제점을 조기에 식별하여 시정조치하고, 이해관계자들의 요구변화를 예측하여 상응한 개선 조치를 취함으로써 설계품질을 향상시킬 수 있는 방안을 수립하고 있다. 아래의 그림 8은 설계변경의 원인분석에 대한 흐름도를 보여주고 있다.

3.3.2 변경 요인 분류

발전소 건설의 라이프사이클을 살펴 볼 때, 설계변경의 분석을 통하여 원인 분석과 주요원인의 결정, 재발방지 계획 및 조치에 이르기까지 관리하는 것이 품질보증체계의 원류업무가 된다. 이러한 조치는 후속작업, 기자재의 제작, 시공 및 운전시 발생되는 문제점의 사전예방차원에서 매우 중요하다. 표 6⁸⁾은 INPO에서 제시한 건설프로젝트에서의 설계변경 요인분류이다.

향후 발전소 건설의 품질향상을 위해서는 설계변경의 분석결

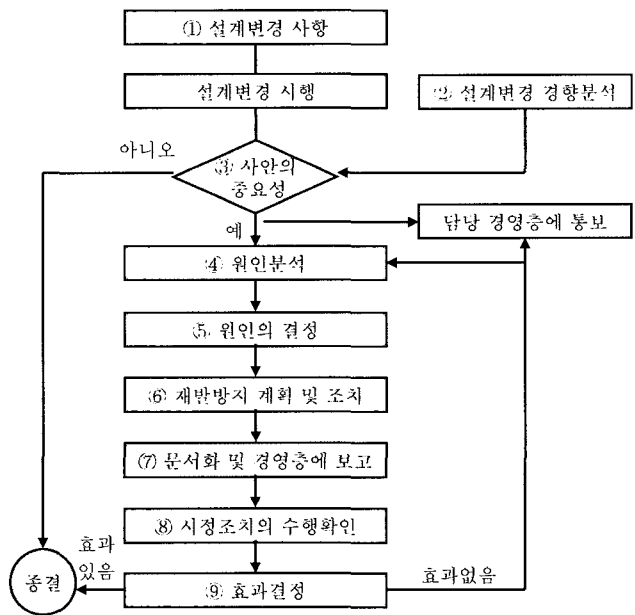


그림 8. 설계변경 경향 및 원인분석 흐름도

표 6. 변경 요인 분류

원인 구분	분류 코드	내 용	조치 관점
설계 개선	C1	-발주자의 저비용, 고효율과 시공 및 제작자의 신기술 및 시공성 향상 지향적 의지의 반영	-책임조직: 중간관리자 -조치방향: 설계입력 표준의 제,개정
	C2		
	C3		
	C4		
단순 변경	C5	-시공 및 제작자의 오류와 현장여건(지반 조건, 민원등)의 반영	-책임조직: 사업경영층 -조치방향: 불가피한 사유로서 설계문서 개정비용에 대한 보상요 구 방안 모색
	C6		
	C7		
	C8	-구매, 시공등 기타 프로젝트 공정과의 일정 불 일치로 인한 미확정 설계 후속조치	-책임조직: 사업경영층 -조치방향: 설계공정 최적화 방안 모색
	C9		
	C10		
	C11		
설계 결함	C12	-기 입력 데이터의 변경에 따른 후속변경	-책임조직: 중간관리자 -조치방향: 변경요인의 식별 및 대책 수립
	C13		
	C14		
설계 결함	C15	-완비된 설계조건하에서 발생한 설계결함의 시정	-책임조직: 설계요원 -조치방향: 취약분야에 대한 교육 및 품질성취 동기부여
	C16		
	C17		

8) 이철우, 김재근, 건설엔지니어링업체 설계프로젝트 품질경영 연구, Symposium & Seminars 2000, P. 207

과에 따른 후속조치를 통하여 보다 철저한 품질관리체계 구축 및 이행 관리가 뒤따라야 할 것으로 판단된다

4. 결론

이상에서 살펴본 바와 같이 국내 턴키 계약방식의 공사는 제도적 미비점이나 기본계획의 부실 등으로 인해 사업의 수행과정에서 잦은 설계변경이 발생하였다.

공동도급 분담도급 이행방식 아래 개별책임으로 각기 분담된 업무를 수행하고 있는 현행 사업수행 형태는 설계 시공 연계가 가능하도록 업무협조체계를 수립하여 프로젝트 초기부터 사업 전체 기간 동안 수립된 표준절차에 의거 효율적으로 수행할 수 있도록 하여야 한다.

우리나라 턴키공사가 보다 효율적으로 추진되기 위해서는 아래와 같은 문제점을 개선하여야 하며, 건설업체는 하루빨리 EC체제로 발전하여 설계 시공 통합을 통한 건설사업수행이 가능하도록 수행역량을 키워 나가야 할 것이다.

4.1 입찰 및 계약방식의 개선 사항

정부는 일반공사와 차별화된 턴키공사를 위한 표준이나 심의기준, 절차 등을 마련하여야 하며, 프로젝트별 다양한 형태의 입찰 및 계약방식이 가능하도록 제도적 유연성을 확보하여야 한다.

발주자는 턴키공사를 발주하기 전에 기초조사와 충분한 타당성 검토를 통하여 입찰계획을 수립하고, 현행의 입찰제도상 촉박한 실시설계 일정과 교통, 환경영향평가를 설계에 반영할 수 있는 충분한 기간을 확보하여야 한다.

4.2 설계변경 절차상 개선 사항

현행 설계 시공업체간 공동도급 분담이행방식으로 현장에서

시공자가 작성하고 책임감리자의 검토 및 승인으로 이어지는 설계변경은 품질확보 측면에서 많은 문제점을 내포하고 있는 것으로 나타났다. 현재의 설계변경절차는 아래와 같은 개선이 필요하다.

- ① 설계변경은 원 설계조직이 기술적 타당성, 전반적 완 전성, 품질요건 등 사업 전체적 시각으로 검토하는 절 차수립 및 이행이 필요하다.
- ② 공동도급업체간 설계품질체계를 구축하여 설계정보의 공유, 사전검토, 확인 등으로 설계오류를 최소화한다.
- ③ 설계오류로 인하여 중대한 설계변경이 필요한 경우 설계과정과 설계확인 절차를 검토하고 이런 사항이 발생하지 않도록 개선하여야 한다.
- ④ 참여조직간 업무범위와 책임한계를 명확히 하여 전체 사업 수행 과정 및 완공 후에 발생할 수 있는 문제에 대하여 책임소재를 명확히 하도록 하여야 한다.

참고문헌

1. ISO9000 Series, 1994.
2. 한국전력기술(주), 배연탈황사업 사업내부절차서, 1996.
3. 유신영, 국내 공공공사의 설계시공 일괄계약방식 운용의 문제점과 개선 방향, 1996, CERIK.
4. DBIA(1994). An introduction to design-build. Washington, D.C.
5. 월드컵 주경기장건설공사 입찰안내서, 1998.5 서울시.
6. INPO Guideline 86-023, Oct. 1986.
7. 건설공사 품질관리체계 정립방안 연구, 1997.2, 건교부.

Abstract

Turnkey project, also called Design-Build project, has been expanding and diversifying its business into the Korean market. However, it has been experiencing numerous difficulties due to a large number of change orders on the public turnkey project. Change order during the construction phase impact on time deliveries, budget and quality on a turnkey project. In preparation for this, the government has to improve the awarding procedure and general conditions for turnkey projects. Contractors should also cooperate with their co-working partners and establish a standardized procedure, which provides change order control for efficient implementation on the construction site.