

터널공사 사례분석에 의한 설계변경 표준프로세스 구성방안

Case Study and Standard Process Analysis of Change Order in Design for Road Tunnel Project

강인석* · 김동광** · 정원명*** · 이승렬**** · 김현수*****

Kang, Leen-Seok · Kim, Dong-Kwang · Jung, Won-Myoung · Lee, Seung-Ryul · Kim, Hyun-Soo

ABSTRACT

Recently, tunnel structure is being widely used in railway or roadway construction projects because earthwork causes large cutting and damages in environmental factors. However, there are many changes of design by different items comparing with design phase in tunnel structure by uncertain drawings. This study develops a standard process for the change of design to reduce change orders in construction phase.

1. 서론

최근 철도 및 도로건설공사의 자연훼손방지 및 환경관리와 관련하여 지나친 절취보다는 터널계획을 선호하고 있으나, 터널의 경우 설계서와 현장상태가 상이한 부분이 많고 조사 및 설계단계에서의 성과품이 불확실할 수 있으며, 시공이 난해하여 설계변경이 많이 발생할 수 있다.

하지만 설계변경 발생시 타 공종과의 연계공정에 문제가 발생하게 되고 준공시기가 촉박한 경우 품질관리에 어려움이 발생할 수 있으며, 공사비 변경 등 계약자간 분쟁발생 가능성이 있으므로 설계변경을 최소화 할 수 있는 방안이 요구되며, 기 발생된 설계변경에 대한 신속한 처리를 위한 표준화된 설계변경 절차 등을 구성하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

국내에서는 공공사업에 대한 예산 절감과 당초 계획에서 사업비의 주요 증가 원인이 되었던 설계변경 사안이 주요 관심의 대상이 된 것으로 파악되며, 정부 및 지방자치단체에서는 기존의 설계변경에 대한 보다 명확한 해석을 위하여 설계변경 사례집을 출판하게 되었고 법적인 근거조항을 개정하는 등 설계변경 감소에 대한 적극적인 관심을 나타내고 있으며, 사례분석을 통한 설계변경 감소방안 및 평가모델의 제시 등의 설계변경 관련 연구논문들이 꾸준히 발표되고 있음을 알 수 있었다.¹⁾ 하지만, 터널 설계변경에 관한 구체적인 연구는 아직까지 미비하며, 터널 설계변경 절차를 표준화하기 위한 프로세스 구성 등에 관한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구에서는 터널 설계변경 사례를 바탕으로 설계변경 절차의 표준화를 위한 설계변경 표준 프로세스를 구성하고자 하며, 설계변경 사례의 열람 및 표준 프로세스와 연계 등을 건설분야 전자매뉴얼의 한 부분으로 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 터널 설계변경의 이론적 고찰

2.1 설계변경의 정의²⁾³⁾

설계변경은 본질적으로 설계도서상의 문제점을 보완하기 위한 절차로써, 재경부 회계예규 공사계약 일반조건 제119조에는 설계변경이 발생하는 경우를 다음과 같이 정의한다.

- ① 설계서의 내용이 불분명하거나 누락·오류 또는 상호 모순되는 점이 있을 경우
- ② 지질, 용수 등 공사현장의 상태가 설계서와 다른 경우
- ③ 새로운 기술·공법 사용으로 공사비의 절감 및 시공기간의 단축 등의 효과가 현저할 경우

* 책임저자: 경상대학교 토목공학과, 교수 정희원

** 경상대학교 토목공학과 공학석사, 한국도로공사

*** 경상대학교 토목공학과 공학석사, (주)용마엔지니어링

**** 경상대학교 토목공학과 공학석사, 한국철도공사 김천지사

***** 경상대학교 토목공학과, 석사과정

④ 기타 발주기관이 설계서를 변경할 필요가 있다고 인정할 경우

2.2 설계변경의 사유 및 유형(45)

설계변경의 사유는 크게 3가지로 다음과 같이 구분된다.

- ① 설계서의 하자에 의한 설계변경
- ② 발주기관의 필요에 의한 설계변경
- ③ 신기술, 신공법에 의한 설계변경

설계변경 유형을 요구주체, 계약범위, 처리방법, 책임사항별로 구분하여 살펴보면 표 1 과 같다.

표 1. 설계변경유형

기준	요구주체	계약범위	처리방법	책임사항
설계변경유형	-발주자요구의 설계변경 -시공자요구의 설계변경 -감리자요구의 설계변경	-계약범위내의 설계변경 -계약범위외의 설계변경	-발주자지시에 의한 변경 -상호합의에 의한 변경	-발주자책임에 의한 변경 -시공자책임에 의한 변경 -감리자책임에 의한 변경 -불가항력에 의한 변경

2.3 설계변경절차

일반적인 설계변경절차는 다음 그림 1, 2, 3과 같이 시공사, 발주자의 요구에 따른 과정과 신기술 및 신공법 적용으로 인한 설계변경절차로 구분할 수 있다.

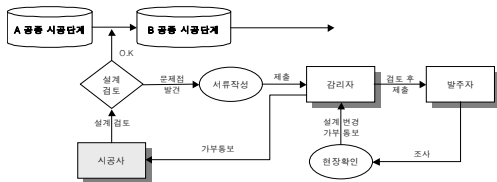


그림 1. 시공사 요구 설계변경 절차과정

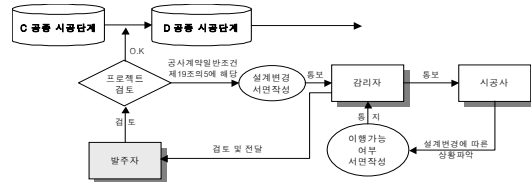


그림 2. 발주자 요구 설계변경 절차과정

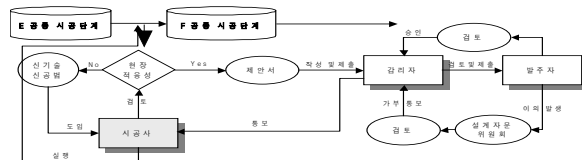


그림 3 신기술, 신공법에 의한 설계변경 절차과정

3. 터널공사 설계변경 사례분석

3.1 설계변경 원인분석

본 연구 사례의 터널 현황은 상·하행선 총연장이 각각 852m인 NATM 터널로써 NATM 구간 800m와 갱문형식이 원통절개형인 개착터널 구간이 52m로 구성되어 있다. 설계변경 당시 NATM 구간 800m중 시점부에서 약 700m까지 굴착한 상태이며 터널 종점부 지반상태가 원설계 지반상태와 상이하여 설계변경 여부를 검토하게 되었다.

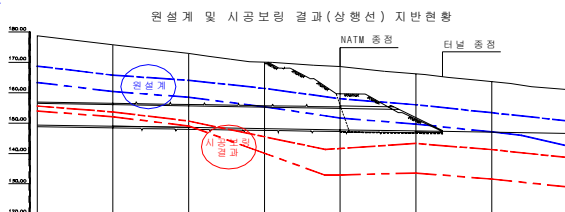


그림 4. 원설계 및 시공단계 상행선 지반현황

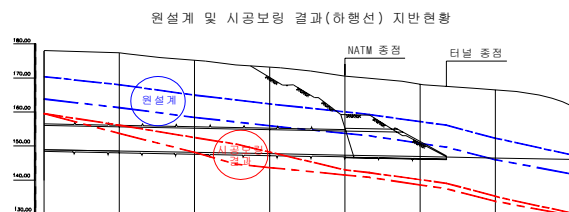


그림 5. 원설계 및 시공단계 하행선 지반현황

사례 터널 종점부 구간 시공보링 지반조사 결과 원설계상의 암선이 실제 현장암선에 비해 약 15~20m정도 낮게 분포하고 있으며 막장상태 또한 매우 풍화하였거나 토사층으로 분포하고 있어 NATM터널 시공이 불가함을 알 수 있었으며, 원설계 및 시공보링 시추조사 결과를 종단면도상에 비교하여 나타내면 그림 4, 5와 같다.

3.2 설계변경 대체시공방안 검토

시공단계 지반조사 결과 현장상태가 설계와 상이하여 설계변경이 불가피하므로 대체 시공방안을 검토하였다. 대체 시공방안으로는 설계터널 연장을 유지하여 토사터널로 하는 시공방안과 토사터널 및 콘크리트 개착터널을 병행하는 방안 그리고 토사터널과 파형강관 개착터널을 병행하는 방안으로 구분하였다.

표 2. 설계변경 대체시공방안 비교

구분	원설계	제1안	제2안	제3안	제4안
공법	NATM	토사터널	토사터널+콘크리트 개착터널(연장축소)	토사터널+파형강관 개착터널	토사터널+콘크리트 개착터널
연장	-상:NATM(90m)+ 콘크리트 개착(27m) -하:NATM(100m)+ 콘크리트 개착(27m)	-상:토사터널(90m)+ 콘크리트개착(27m) -하:토사터널(100m)+ 콘크리트개착(27m)	-상:토사터널(30m)+ 콘크리트개착(47m) -하:토사터널(40m)+ 콘크리트개착(27m)	-상:토사터널(30m)+ 파형강관개착(87m) -하:토사터널(40m)+ 파형강관개착(87m)	-상:토사터널(30m)+ 콘크리트개착(87m) -하:토사터널(40m)+ 콘크리트개착(87m)
공사량	-굴착 : 18,452m ³	-대구경강관:2,410공	-절토:222,667m ³ -되메우기:26,010m ³ -대구경강관:740공 -사면보호공:1,500m ² -콘크리트터널:74m	-절토:191,220m ³ -되메우기:124,529m ³ -대구경강관:740공 -파형강관터널:174m	-절토:191,220m ³ -되메우기:124,529m ³ -대구경강관:740공 -콘크리트터널:174m
장점		-설계터널연장유지	-공사기간내 준공가능 -공사비 비교적 저렴 -미관양호 -지장물 영향 최소화	-영구대절토사면 축소 -지장물 영향 최소화	-영구대절토사면 축소 -지장물 영향 최소화
단점	-암선저하로 NATM 터널 시공불가	-공기내 준공불가 -공사비 고가 -안전사고 발생우려	-영구 절토사면 발생 -사면보호공 필요 -추가용지 사용	-장기적 안정성 저하 -공사비 다소 고가 -고속도로 시공실적부 -시공중 절토부 안정 대책 필요 -추가용지 소요	-장기적 안정성 저하 -공사비 다소 고가 -공기 여유 없음 -시공중 절토부 안정 대책 필요 -추가용지 소요
공기	-15개월	-26개월	-18개월	-19개월	-20개월
공사비	-3,132 백만원	-1,279 백만원 (증 9,147백만원)	-6,807 백만원 (증 3,657백만원)	-8,011백만원 (증 4,879백만원)	-7,902백만원 (증 4,770백만원)

3.3 대체시공방안 비교, 분석 및 적정성 검토

대체 시공방안을 선정하기 위해서 각 대안별로 그림 6 및 그림 7과 같이 공사비와 공기에 대해 비교하였다.

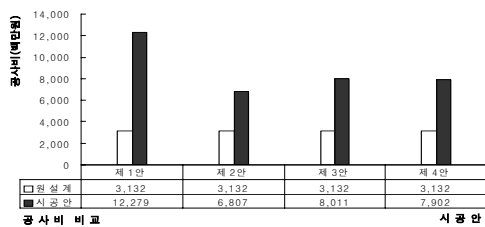


그림 6. 원설계 및 대체시공방안 공사비 비교

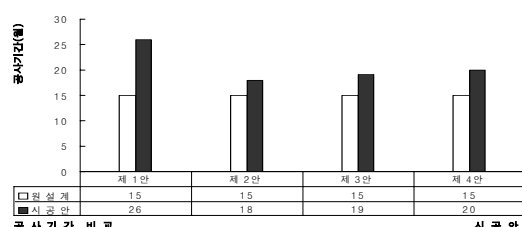


그림 7. 원설계 및 대체시공방안 공사기간 비교

각각의 대체 시공방안을 비교, 검토 결과 제2안이 공사비 및 공기에 있어 타 방안에 비해 타당성이 있음을 알 수 있으며, 주변 지장물에 대한 영향 또한 최소화 할 수 있었으며, 대체로 미관도 양호함을 알 수 있다.

3.4 사례분석 결과 및 설계변경 최소화 방안

본 연구대상의 터널공사 설계변경 사례를 분석한 결과, 설계변경 원인이 현장상태의 상이에 의한 경우로서, 설계변경을 최소화하기 위한 방안으로는 조사 및 설계단계의 강화, 설계변경에 대한 책임소재규명, 업무수행자의 실무교육 강화가 필요할 것으로 사료된다.

4. 터널공사 설계변경 프로세스 표준화 및 활용방안

4.1 터널공사 설계변경 표준프로세스 구성

터널공사 설계변경 표준 프로세스 구성은 설계변경 절차의 표준화로 단계별로 구분하였으며 각 단계에 필요한 정보를 정의 및 분류하였다. 설계변경 표준 프로세스 구성은 그림 8과 같이 원설계 검토단계, 현장상태 확인단계, 설계 및 현장상태 비교·분석단계, 대체시공방안 검토단계 및 설계변경사례 전산화단계로 구분하였으며 각 단계에 필요한 요구정보 및 결과정보를 정의하였다.

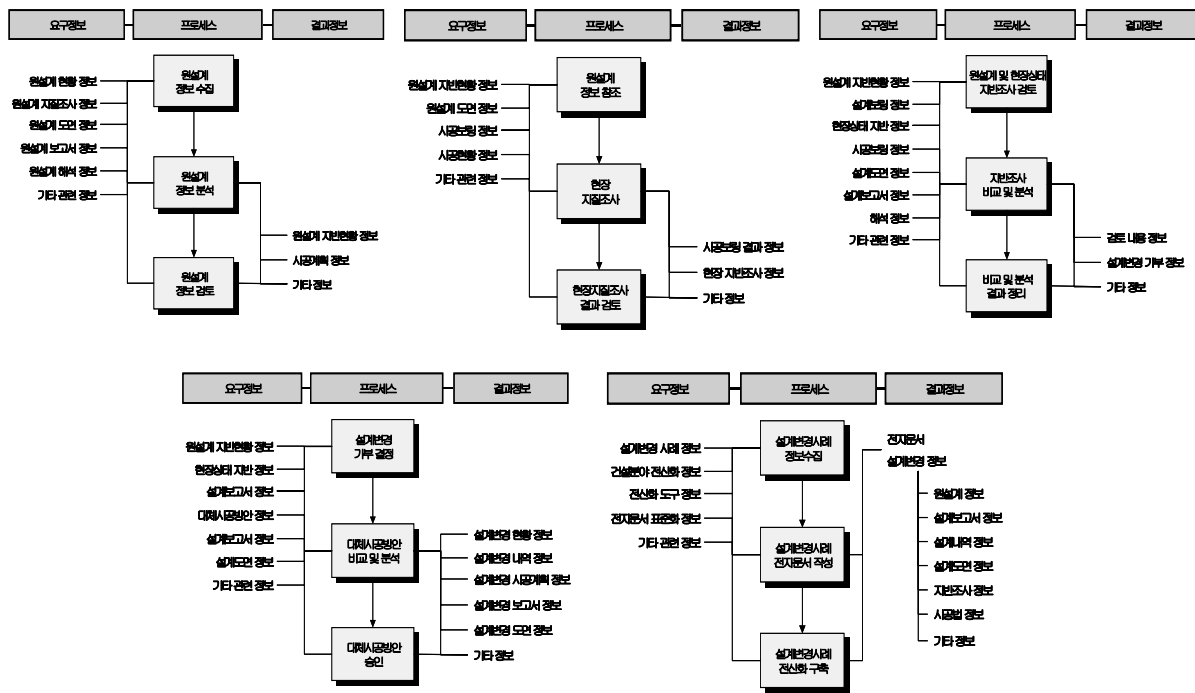


그림 8. 단계별 설계변경 표준 프로세스

5. 결 론

본 연구에서 사례분석을 한 결과 설계변경의 원인은 설계서와 현장상태의 상이에 의한 경우이며, 기 발생된 설계변경에 대한 업무 능력의 향상을 위한 설계변경 프로세스 표준절차를 제시하였다. 본 연구에서 제시한 표준 프로세스 구성효과로 신속한 업무의 수행을 가능하게 하여 공기지연을 감소시키며, 시공성과품의 품질 관리에도 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 백용운(2002), 고속도로 건설공사 설계변경 사례분석연구, 경상대학교 산업대학원 석사학위논문
2. 서울특별시(2001), 소규모건설공사 설계변경 사례집
3. 이승현(2000), 설계변경분석을 통한 설계품질 평가모델, 서울대학교 석사학위논문
4. 고상진(2000), 공공공사 설계변경과 클레임, 일지사
5. 박권수(2000), 대형공공공사의 설계변경 관리방안에 관한 연구, 인하대학교 석사학위논문