

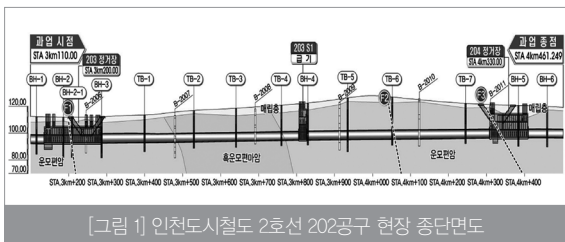
# 인천도시철도 현장 설계변경을 통한 VE 적용사례

글 정 민 \ 인천도시철도 2호선 202공구 건설공사 현장 대리 \ 전화 032-561-5461 \ E-mail ministar@ssyenc.com

## 1. 머리말

인천광역시 서구 마전동 검단사거리에서 마전초등학교까지의 1.35km 구간에 위치한 인천도시철도 2호선 202공구 현장은 정거장 2개소, 본선환기구 5개소 및 본선터널로 구성되어 2009년 6월부터 2016년 11월까지 총 80개월의 장기간에 걸친 지하철 토목, 건축 및 M&E 등 복합공종을 수행하는 공사이다.

당 현장은 설계시공일괄 입찰공사(T/K)로 발주처 귀책사유 발생 및 물가변동을 제외한 설계변경분에 대한 원계약의 변경계약 반영이 없는 관계로 VE를 통한 원가절감은 극히 제한적이고, 현장 내 발생 원가절감을 통해서만 이루어질 수 밖에 없다. 이에 공사 초기 원설계사 폐업 후 본사 기술지원을 통한 현장 VE 적용사례를 휴막이 가시설, 구조물 설계변경, 민원해소의 세가지로 구분하여 소개하고자 한다.



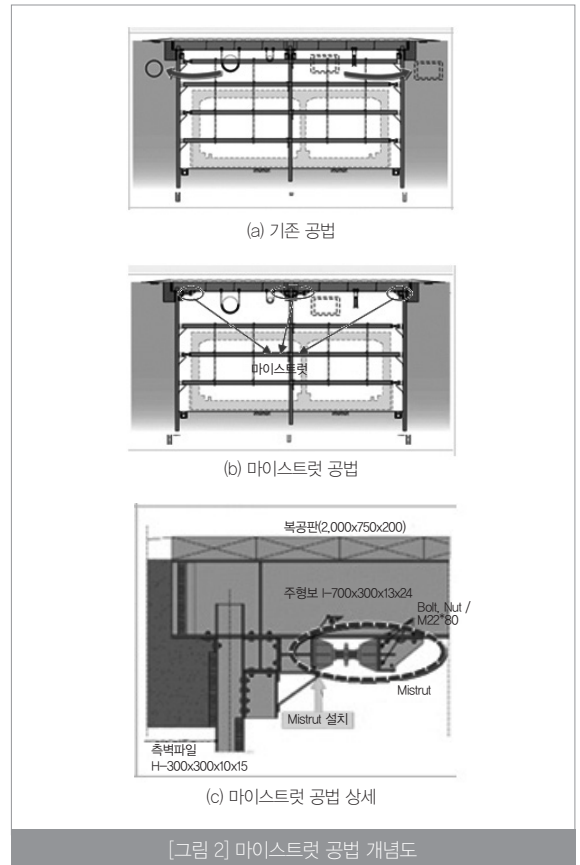
## 2. 휴막이 가시설 VE 적용사례

### 2-1. 마이스트럿(주형 연결 보강재) 공법 변경

#### 1) 공법개요

마이스트럿 공법 개념도는 [그림 2]와 같다. 마이스트럿 공법은 단 순 복공을 지지하던 주형보를 보강하는 부재로서 강성을 증대하여

복공 지지물로서의 기능 및 버팀보 기능을 발휘하게 하여 초기 발생변위를 감소시킬 수 있는 신공법이다. 이를 통해 버팀보 및 E/A의 단수를 줄여 원가를 절감하고, 보다 넓은 공간을 확보하여 시공성을 증대시킬 수 있었다.



## 2) 현장 적용

당 현장은 도심지 지하철 공사로 개착구간의 도로 밑에 상수관, 도시가스관 등 10여개의 구조물이 지하로 매설되어있고, 설계의 기초가 되는 각 시설물의 지하매설물 관리도면이 현장 여건과 상이하여 이설 후 버팀보 1단 가시설 공사를 해야 하는 상황이나, 도로 외곽에 아파트 및 상가 밀집지역으로 이설이 불가하여 본 공법의 적용성을 검토하게 되었다. 이에 따른 가시설 설계변경 구조검토를 토목기술팀에 의뢰하여 현장과의 긴밀히 협조를 통해 신속하고 적절한 설계변경을 실시하였다.



[그림 3] 마이스트럿 시공현황

## 3) VE 효과

### ① 공사기간 단축

버팀보 1단에 저촉되는 각종 지하매설물의 이설에 따른 유관기관 협의 및 공사 기간을 제외할 경우 2~3개월의 공사기간이 단축되었다.

### ② 시공성 증대

마이스트럿 공법을 통해 당초 복공판 상부로부터 높이가 2m, 각종 지장물이 정거장으로 종단하는 협소한 공간을 4m의 작업공간으로 변경하여 토공 및 가시설의 근로자 및 장비 이동 공간을 확보하여 시공성 증대에 큰 효과를 거두었다.

### ③ 공사비 절감

각종 지하매설물 이설 공사비 및 버팀보 1단에 대한 공사비를 절감하였으며, 투입원가 손익효과는 <표 1>과 같다.

표 1 마이스트럿 공법 적용효과

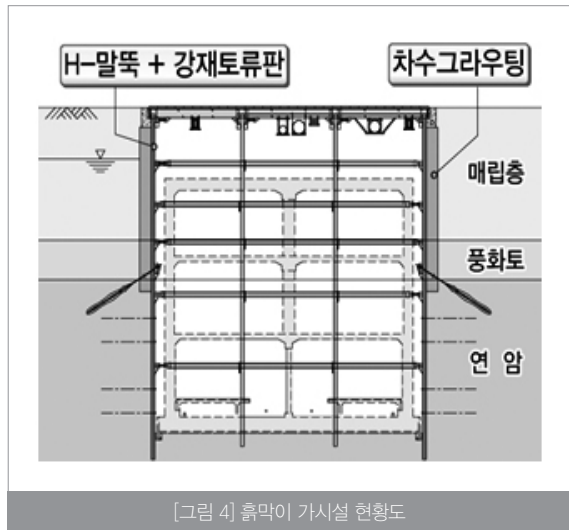
(단위 : 백만원)

공종명	공사 손익	비고
지장물 이설비	300	추정 손익
가시설 설계변경	-50	하도급 증감액
합 계	250	-

## 2-2. 연약지반에 의한 흠막이 가시설 변경

### 1) 공법개요

인천도시철도 2호선 202공구 현장의 개착구간 흠막이 가시설은 토질에 따라 토사 및 풍화암 구간은 H-Pile + 강재토류판 공법을, 연암 및 보통암 구간은 슛크리트 + 락볼트 공법을 적용하여 굴착단계별(5~6단) 강관버팀보 및 E/A로 지지하는 형식으로 되어 있다.



[그림 4] 흠막이 가시설 현황도

## 2) 현장 적용

### ① 설계와 현장여건이 상이함에 따른 설계변경

정거장 개착구간의 암선이 당초 설계와 상이하고 지반이 연약하여 당초 설계대로 시공 시 흠막이 가시설의 위험도가 높을 것으로 판단하였다. 이에 토목기술팀에 기술지원을 요청하여 암질 평가 및 기존 가시설 구조 검토, 설계변경을 동시에 진행하여 명확한 원인 분석과 대안 모색으로 공정 지연 및 원가의 과투입을 방지하고 안정성을 증대시키는 큰 효과를 보게 되었다.

### ② 기존 설치된 가시설 변위에 따른 보강 검토

2011년 7월, 2013년 1월 현장 정거장 2개소 흠막이 가시설에 과다

한 수평변위가 발생하여 자칫 가시설이 붕괴될 수도 있는 상황이 발생하였다. 이에 약 1주간에 걸친 합동점검 및 보강방안을 강구하여 사고가 발생되지 않도록 긴급 조치하였고, 이후 가시설 해체 시 현장 및 유관부서 상호간의 긴밀한 협조를 통해 안정성 검토 및 보강방안을 마련하여 안전한 시공을 도모하였다.



[그림 5] 가시설 변위 발생구간 합동점검(2013.01)



(a) 가시설 변위 발생(보강 전)



(b) 가시설 변위 발생(보강 후)



(c) 가시설 버팀대 보강

[그림 6] 가시설 변위 발생구간 보강(2013.01)

### 3) VE 효과

#### ① 안전성 증대

흙막이 가시설 보강을 위한 기술검토로 인하여 공사기간 단축이나 시공성 증대에 큰 효과를 보는 것이 어려웠으나 이를 통해 지반의 안정성이 크게 증대되어 보다 안전한 공사를 수행 할 수 있었고, 잠재적인 사고 발생요인을 차단하여 불필요한 원가 발생을 감소시킬 수 있었다.

#### ② 공사비 절감

본 설계변경 건에 대한 공사비 절감효과는 <표 2>와 같다.

표 2 가시설 설계변경 적용효과

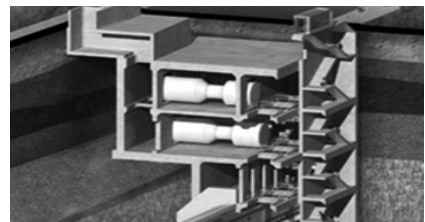
(단위 : 백만원)

공종명	공사 손익	비고
토공 설계변경	259	하도급 증감액
가시설 설계변경	-222	하도급 증감액
공사손해보험	212	실수령액
합 계	249	-

## 3. 구조물 기술지원 VE 적용사례 - 본선환기구 내공 축소 설계변경

### 3-1. 현황

현재 진행 중인 기술지원을 통한 구조물 설계변경 건에 대하여 소개하고자 한다. 당 현장 급기구인 본선환기구 203S1은 지하 4층 정거장 구조물과 같은 개착식 Open Cut 공법을 적용하여 시공 중이다.



(a) 본선환기구 203S1 구조물 현황



(b) 본선환기구 203S1 현장전경

[그림 7] 본선환기구 203S1 현황

흙막이 가시설 공사 완료 후 구조물 설계검토 중 당초 설계상 지하에 매설된 농업용수관의 심도가 현장 측량치와 상이하여 구조물 시공 시 농업용수관이 상부 슬래브에 저촉되어 도로외곽 우회 이설을 시행할 수 밖에 없는 상황이었다. 그러나 현장 여건상 지장물 이설이 쉽지 않고 비용이 크게 발생하며 공사기간 지연의 문제가 생길 것으로 판단하여 농업용수로 직경 및 구조물 내공을 축소하는 방안을 착안하였다. 토목기술팀에 구조물 내공 축소에 대한 구조검토를 요청하였고, 현장과 연계하여 세부적인 설계변경 방안을 마련하였다. 설계변경 건에 대해 발주처 및 유관기관과 협의하여 완료단계에 이르렀다.

### 3-2. VE 효과

#### 1) 공사기간 단축

구조물 시공 전 설계변경을 완료하고, 지장물 이설에 따른 협의 및 공사기간을 고려해 볼 때 1개월의 공사기간 단축이 예상된다.

#### 2) 공사비 절감

본 설계변경을 통해 예상되는 공사비 절감액은 아래의 <표 3>과 같다.

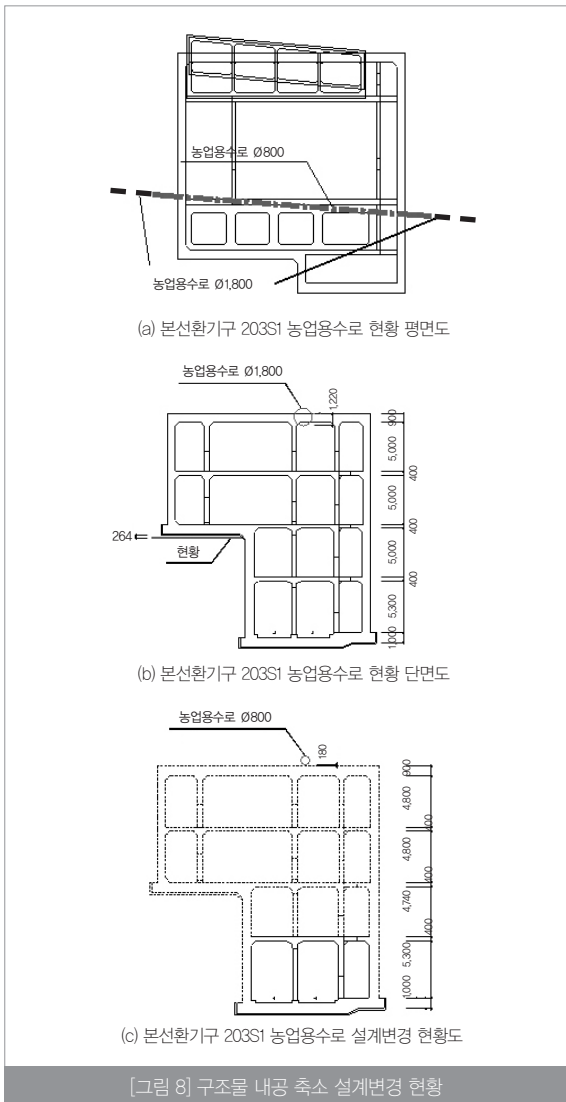
표 3 구조물 설계변경 적용효과 (단위 : 백만원)

공종명	공사 손익	비고
지장물 이설비	50	추정손익
구조물 설계변경	7	-
합 계	57	-

## 4. 기술지원을 통한 민원해소 VE 적용사례 - 정거장#2 인접건물 구조물 균열 검토

### 4-1. 현황

당 현장은 도심지 도로를 점용하여 시공하는 지하철 공사로서 개착구간 좌우측으로 아파트 및 상가가 밀집되어있다. 터널 발파 및 토공으로 인한 소음, 진동, 분진 및 구조물 균열 등 다양한 민원발생이 예상되며, 이는 공정을 저해하는 요인이 될 수 있다. 본장에서 소개하고자 하는 기술지원을 통한 VE 적용사례는 2013년 6월 민원을 접수하여 현재 진행 중인 정거장#2 인접상가 구조물 균열 검토사례이다.



본 민원 건과 같은 관공사 주변 건물 민원의 경우 현장뿐만 아니라 민원인의 발주처 및 유관기관 등에 보상, 공사중단 요청 등의 민원을 제기하며, 민원인이 주장하는 피해의 원인에 대한 해당 공사의 영향이 불분명하다. 또한 피해사항에 대한 신속한 원인 파악과 보수 지연 시 공기 지연 및 원가 손실이 발생될 수 있다. 이에 현장 및 인접건물에 대한 진단을 진단 업체 및 토목기술팀과의 합동점검을 신속히 실시하였으며, 상가건물 설계현황, 안전진단결과, 기존 계획치 및 균열발생 위치의 추가 계획자료 등을 분석하였다. 이후 효율적인 보수보강 계획을 확정된 후 상가측과 계획 및 일정을 조율하여 공사를 실시하였다.

보수보강이 상가 지상층 균열과 지하주차장 추가 균열에 대한 민원을 제기하여 업무 유관부서와 협조하여 문제점을 파악하고 대책방안을 수립해 나가고 있다.

#### 4-2. VE 효과

##### 1) 공사기간 단축

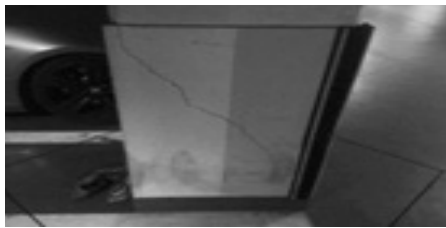
각 분야의 기술지원을 통해 민원에 의한 잠재적인 방지 혹은 최소화할 수 있었다.

##### 2) 공사비 절감

정확한 원인 분석을 통해 민원인을 설득하여 불필요한 원가의 발생을 최소화할 수 있었다(향후 민원을 통해 발생한 비용은 최종 취합하여 공사보험으로 청구할 예정임).

### 5. 맺음말

인천도시철도 2호선 202공구 건설공사가 2009년 6월 착공한 후 4년 9개월 동안 원설계사가 파산하여 외부의 지원을 받지 못하는 가운데 현장 여건 및 설계 누락 등에 의한 수 많은 설계변경, 지하 흠막이 가시설의 안전문제, 도심지 인접 상가 및 아파트 등에 의한 민원문제 등의 어려운 여건 속에서도 현장 관계자들은 안전하고 우수한 품질로 지하철 공사를 완공한다는 하나의 목표를 수행하기 위해 피나는 노력을 하고 있다. 본 공사와 같은 T/K 현장에서는 가시적인 VE 결과를 얻기가 매우 어려운 것이 사실이지만, 이를 위해 유관부서의 아낌없는 지원과 상호간의 협력으로 공정 지연 발생 및 불필요한 원가를 방지할 수 있었다. 이 또한 VE 목적의 일부라고 생각하며, 이 글을 마치고자 한다. **S**



(a) 상가 지하주차장 기둥 및 바닥 균열 현황



(b) 상가 보수보강 전경

[그림 10] 인근상가 균열 및 보수보강 현황