

# 시화멀티테크노밸리 제2공구 조성공사 VE 적용사례

글 민윤기 \ 시화멀티테크노밸리 제2공구 조성공사 현장 차장 \ 전화 031-492-5209 \ E-mail dbsrl69@ssyenc.com

글 성병춘 \ 시화멀티테크노밸리 제2공구 조성공사 현장 대리 \ 전화 031-492-5209 \ E-mail ceo3@ssyenc.com

## 1. 머리말

시화멀티테크노밸리 현장은 경기도 안산시, 시흥시 일원의 시화호 북측 간석지를 매립하여 280만평의 환경 친화적인 첨단 산업 단지로 조성하는 공사이다. 5개 공구로 나눠 시공 중에 있으며, 당 현장인 2공구는 69만평 조성으로 현재 71%의 공정률을 보이고 있다. 당 현장 공종은 단지조성공, 연약지반처리공, 도로포장공, 상하수도공, 교량공 및 간선수로공으로 구성되어 있으며, 그 중 교량공과 연약지반처리공에서 설계변경으로 인한 원가절감 및 VE사례를 소개하고자 한다.

## 2. 공사개요

본 프로젝트의 공사개요는 아래의 [표 1]과 같다.

표 1 공사개요

공사명	시화멀티테크노밸리 제2공구 조성공사
공사위치	경기도 안산시, 시흥시 일원
공사기간	토공 847만㎡, 도로공 14.5km, 하수관로 37.7km, 상수관로 26.1km, 교량 7개소, 간선수로 1.4km
공사금액	242,404백만 원(VAT 포함)
공사기간	2007년 8월24일 ~ 2016년 4월 26일(96개월)
발주처	한국수자원공사

## 3. 교량기초 공법 변경

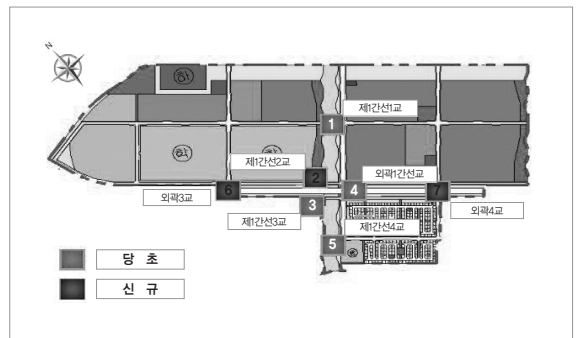
### 3-1. 교량기초 설계현황

당 현장은 개발계획 변경(2009)에 따른 설계변경으로 교량이 당초 4개소에서 7개소로 증가되었으며, 교량기초는 강관말뚝으로 설계되어 있다.



[그림 1] 현장 조감도

### 1) 교량 위치도



[그림 2] 교량 위치도

## 2) 교량 및 말뚝 설계현황(강관말뚝)

구분	교량명	교량형식	연장(m)	말뚝(본)	연장(m)	
당초 교량 (4개소)	1	제1간선교	P.S.C 라멘교	80	144	6,691
	3	제1간선3교	P.S.C 라멘교	80	128	4,334
	5	제1간선4교	비대칭사장교	80	168	5,865
	4	외곽1간선교	R.P.F 거더교	170	419	14,695
	소 계				859	31,585
신규 교량 (3개소)	2	제1간선2교	P.S.C 라멘교	80	128	4,169
	6	외곽3교	I.P.C 거더교	40	124	4,974
	7	외곽4교	I.P.C 거더교	40	216	8,051
	소 계				466	17,194
합 계				1,327	48,779	

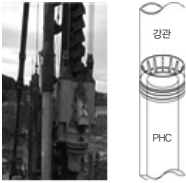
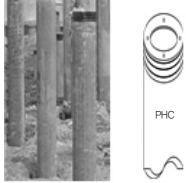
## 3) 공사비 검토(강관말뚝)

구분	도급	실행	원가율
공사비	7,143백만원	11,071백만원	155%

기존 교량 4개소의 설계가는 2003년 기준 단가이고, 그간 물가변동을 6회(총 30.8%) 반영 받았으나, 급격히 치솟은 철강재 단가로 인하여 도급 대비 원가율이 155%에 이르렀다. 이에 원가절감 방안으로 교량기초를 강관말뚝에서 콘크리트말뚝으로 변경하는 것을 발주처에 제안하고자 콘크리트말뚝의 지지력, 경제성, 시공성 및 구조적 안정성 등에 대하여 검토하였다.

## 3-2. 교량기초 공법 비교 검토

### 1) 콘크리트말뚝 비교

구분	복합말뚝(HCP)	PHC말뚝
개요도		
시공성	<ul style="list-style-type: none"> <li>강관말뚝보다는 무거우나 대부분의 용접이 공장에서 이루어져 시공성 양호</li> <li>PHC말뚝의 취급 시 다소 주의가 요구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>강관말뚝 및 복합말뚝에 비해 무거우므로 운반 및 용접 시 시공성 다소 불리</li> <li>PHC말뚝의 취급 시 다소 주의가 요구</li> </ul>
지지력	<ul style="list-style-type: none"> <li>HCP는 폐단(End-close)이므로 지지력 확보를 위한 시공길이 감소</li> <li>매입공법의 경우 선단지지력 확보가 강관말뚝보다 우수</li> <li>말뚝 표면의 마찰계수가 커서 주변마찰력 확보 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>항타말뚝은 폐단(End-close)말뚝으로 관입성이 떨어지나 지지력 확보에 문제없음</li> <li>매입공법의 경우 선단지지력 확보가 강관말뚝보다 우수</li> <li>말뚝 표면의 마찰계수가 커서 주변마찰력 확보 용이</li> </ul>
경제성	<ul style="list-style-type: none"> <li>말뚝구성의 대부분이 PHC말뚝으로 구성되어 자재비가 저렴</li> <li>강관말뚝과 동일본수를 적용하므로 시공성 및 경제성 우수</li> <li>강관말뚝과 동일본수를 적용함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분당 자재비 저렴</li> <li>강관 및 복합 말뚝보다 사용본수가 증가되어 시공성 및 경제성 보통</li> </ul>
자재 손실	<ul style="list-style-type: none"> <li>말뚝길이 변경 시 PHC말뚝 길이를 다양하게 변경하여 자재 손실 발생이 적음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>말뚝길이 변경에 대응하기 위하여 발주시 예상길이+여유길이 발주하므로 시공 완료 후 2~3m 손실이 발생</li> </ul>
말뚝 두부	<ul style="list-style-type: none"> <li>PHC말뚝을 절단하지 않으므로 구조적 손실 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>두부정리를 위한 말뚝 두부 절단 시 Pre-stressing 손실 및 균열 발생</li> <li>기초와 고정(강결) 조건을 만족 시키기가 어려움</li> </ul>
재료 효율성	◎(양호)	○(보통)
선단 지지력	◎(양호)	◎(양호)
시공성	○(보통)	△(불리)
경제성	◎(양호)	○(보통)
검토 의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>경제성 측면에서는 우수하나 수평력에 미흡하며, 두부 품질관리가 어려운 PHC말뚝은 선정에서 제외함</li> <li>강관말뚝과는 시공성 및 안정성 측면에서는 비슷하며, 경제성 측면에서 보다 우수한 복합말뚝으로의 변경을 제안함</li> </ul>	

## 2) 공사비 검토(콘크리트 말뚝)

구분	강관말뚝	복합말뚝	PHC말뚝
도급공사비	7,143백만원	6,391백만원	6,744백만원
원가율	155%	105%	115%

### 3-3. 설계변경 검토결과

개발계획 변경에 따른 설계변경(2010)으로 도급공사비가 285억 원 증액된 상태에서 발주처에서 1년에 1회 실시하는 일상감사가 실시되었다. 증액금액의 타당성 여부와 사업비의 추가절감 방안을 모색하고 있는 발주처 감사관들에게 도급액 절감방안으로 교량기초를 강관말뚝에서 콘크리트말뚝으로 변경을 제안하였다. 발주처에서도 철강자재의 가격 상승으로 인한 공사비의 어려움을 알고있었으므로, 서로 Win-Win 할 수 있는 본 제안을 받아들였다.

#### 시화MTV 제1~5공구 설계변경 일상감사 의견

(공 통)

① 신규교량 기초 공법변경(강관파일 → 복합말뚝(강관+PHC파일)) (도급공사비 974백만원 감액)  
 신규교량 교대에 적용된 기초보강용 강관파일에 대하여 원자재 인상에 따른 경제성 및 안정성 등을 면밀히 검토 후 복합말뚝(강관+PHC파일) 등으로 강관교량 기초공법 변경 조정

[그림 3] 승인 공문 내용 중 일부

### 3-4. 말뚝 시공전경



[그림 4] 시공순서

### 3-5. 소결

교량공사는 대안공중임에도 불구하고 시공사에서 감액을 전제로 한 설계변경을 요구하여 발주처에서는 사업비 절감을, 시공사에서는 원가절감을 이룬 사례로, 이러한 Win-Win 전략을 적절히 이용한 설계변경도 원가를 절감하는 좋은 방법이 될 수 있다.

## 4. 연약지반 수평배수공법 변경

### 4-1. 단지매립 및 연약지반처리 계획

#### 1) 설계현황

당 현장은 크게 간석지 구간과 수면부 구간으로 구분되며, 2개 구간 모두 단지부는 준설해사 및 토사, 도로부는 풍화암 및 토사 성토로 계획되었다. 연약지반처리공법은 전 구간에 선행재하공법(Pre-loading)이 적용되었으며, 압밀기간 24개월 초과 구간은 단지 분양시기를 감안하여 PBD(Plastic Board Drain)가 적용되었다. 또한 전 구간에 성토체 내로의 지하수 및 배출수의 상승차단 역할을 하는 샌드매트가 준설해사로 계획되었다.

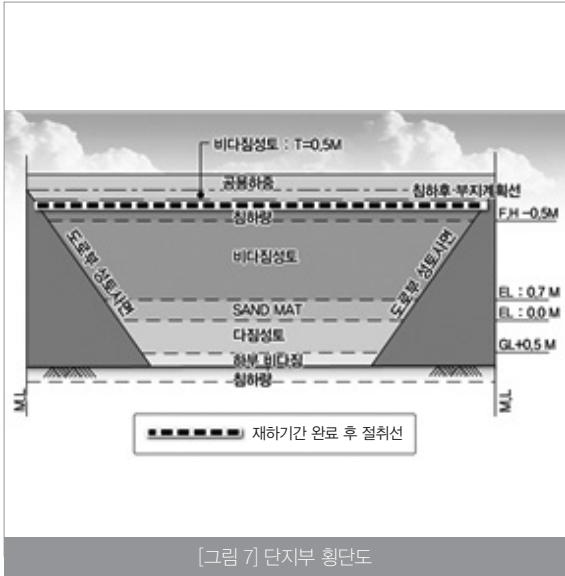
#### 2) 평면도 및 횡단도



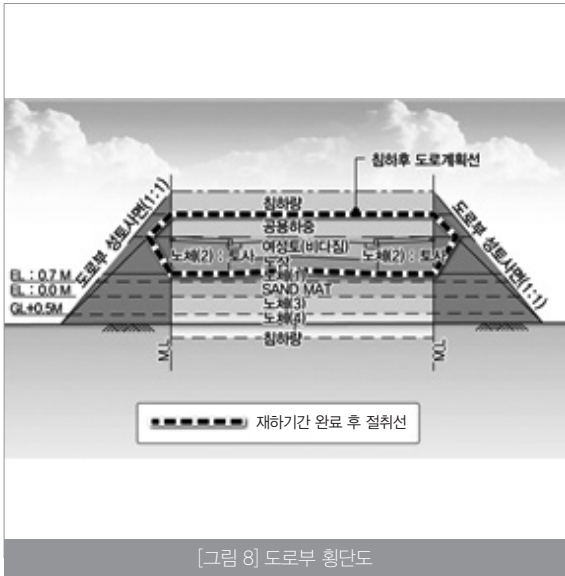
[그림 5] 간석지 및 수면부 구간현황



[그림 6] 연직배수재 적용현황



[그림 7] 단지부 횡단도



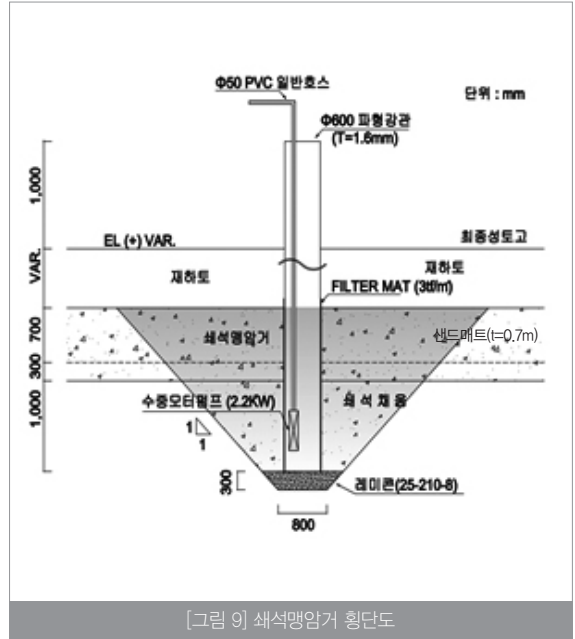
[그림 8] 도로부 횡단도

## 4-2. 수평배수재 설계현황

### 1) 당초 설계

수평배수재는 샌드매트층에 시공되며 연약층의 압밀침하로 인한 간극수의 원활한 배수를 위한 상부 배수층 역할을 한다. 수평배수재를 통해 배출되는 배출수는 집수정으로 흡수되어 펌프를 통하여 외부로 유출하는 것으로 설계되어 있으며, 당초의 수평배수재는 쇄석으로 대안설계 시 제시되었다.

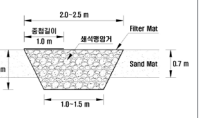
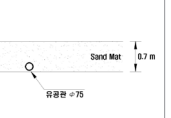
## 2) 횡단도(쇄석맹암거)



[그림 9] 쇄석맹암거 횡단도

## 4-3. 수평배수재 변경현황

### 1) 변경 검토

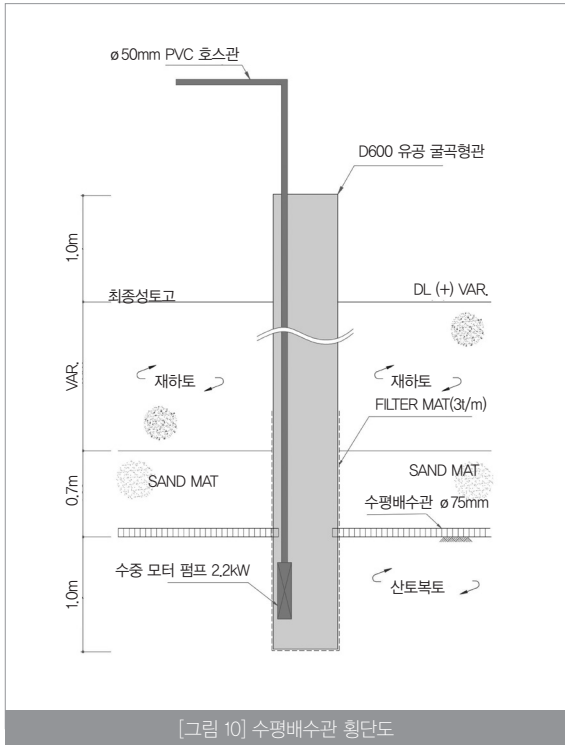
구분	당초	변경	비고
규격	쇄석맹암거	수평배수관	
단면	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type-1(지관): 1.0×2.0×1.0m</li> <li>Type-2(합관): 1.5×2.5×1.0m</li> </ul>	Φ75(지관, 합관 동일)	
수평배수재			-
통수능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>Q=1.62~2.16m<sup>3</sup>/hr</li> <li>침하 시 절곡, 모래 관입에 의한 막힘 현상으로 배수기능 저하 우려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Q=2.26m<sup>3</sup>/hr</li> <li>침하 및 막힘 현상에 대해 상대적으로 우수</li> </ul>	
시공성	시공성 저하 → 원가 ↑	시공성 우수 → 원가 ↓	
공사비	24.3억원	20.3억원	감4억원

### 2) 검토결과

다발관은 쇄석맹암거에 비해 통수능력이 우수하고 침하 시 유효 단면 확보가 유리하며, 터파기 물량이 다량 감소되어 시공성이 우

수하다. 또한 쇠석맹암거를 수평배수관으로 변경 적용할 경우 공사비는 4억원 감소되어 경제적 측면에서도 유리하며, 인접 4개 공구 모두 수평배수관을 적용할 만큼 시공사레도 풍부하여 다발관으로 변경하였다.

### 3) 횡단도(수평배수관)



[그림 10] 수평배수관 횡단도

### 4) 시공전경



[그림 11] 수평배수관 시공전경

## 5. 맺음말

시화멀티테크노밸리 제2공구 조성공사 현장은 원안(도로공, 상하수도공) 및 대안공종(단지조성, 연약지반처리공, 교량공, 간선수로공)으로 분리되어 시공 중에 있으며, 원칙적으로 대안공종은 설계변경이 불가하나, 도급액 삭감과 동등 이상의 품질시공이 가능하면서 원가도 절감할 수 있는 설계변경 건을 지속적으로 검토하고 있다. 증액 설계변경 뿐만 아니라 원가절감형 감액 설계변경에도 더욱 관심을 가져 향후 현장의 원가절감 및 공기단축에 기여하도록 노력해야 할 것이다. S