

❖ 터널 환경 기술위원회

Technical Report

2017. 12.



사단
법인 **한국터널지하공간학회**
Korean Tunnelling and Underground Space Association

목 차

제 목 : 화학물질 관리법(2015년 시행) 개정에 따른
터널공사중 폐수처리 프로세스 변화

1. 개 요	1P
2. 기존 오폐수 처리 설비 및 프로세스	1P
3. 화학물질 관리법(2015년 시행)에 의거한 추가 행정절차 및 설비	4P
4. 결 론	8P

2017-Technical Report : Tunnel Environment

[화학물질 관리법(2015년 시행) 개정에 따른 터널공사중 폐수처리 프로세스 변화]

1. 개 요

- 최근 2008년 김천 폐놀 유출사고로 시초로 빈번한 화학사고가 잇따라 발생
 - 2008년 김천에서 폐놀 유출사고 발생
피해 규모 : 16명의 사상자 발생
 - 2012년 9월 27일 경북 구미 (주)휴브글로벌 공장에서 8톤 가량의 불산가스 누출
피해 규모 : 사망 5명, 부상 18명 및 주민 만이천여명 피해
농작물 237.9ha와 가축 3,209두 등 554억원의 막대한 피해 발생
 - 2013년 1월 15일 충북 청주 LCD 가공공장에서 2,500L 가량의 불산누출
피해 규모 : 일부 근로자의 얼굴에 화상 및 일부 주민이 피해 발생
 - 2013년 1월 30일 경기도 화성 삼성반도체화성공장에서 불산누출
피해 규모 : 1명 부상 및 4명의 부상자가 발생
- 이러한 화학사고는 기존 「유해화학물질 관리법」 으로는 일사불란하게 대응하는데 있어서 법적인 흠결이 노출되어 있다는 점에서 1991년 2월 「유해화학물질 관리법」 의 전면적 법제 개선방안을 요구받기에 이름
- 이에 따라 19대 국회에서 2013년 5월 현행 「유해화학물질 관리법」 을 「화학물질관리법」 으로 전면 개정(안)으로 통과시키게 되었으며, 2015년 시행토록 하였다.
- 본 「화학물질관리법」 으로의 전면 개정은 터널 공사시 필요한 오폐수 처리시설의 수질관리 프로세스에도 영향을 미치며 본 고에서는 기존의 오폐수 처리시설에 추가적으로 갖추어야 할 설비 및 프로세스 변화에 대하여 소개하고자 한다.

2. 기존 오폐수 처리 설비 및 프로세스

2.1 오폐수 처리량 산정

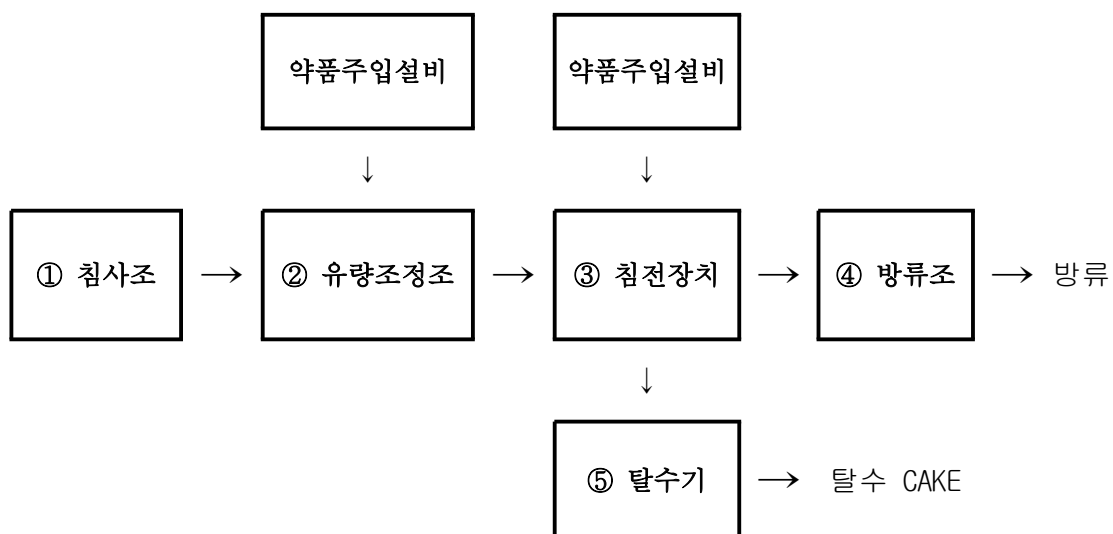
- 터널 굴착시의 유출수는 강우량 차이에 의한 계절별, 지역별 발생특성이 상이하고, 터널별 지질구조 특성 및 터널상부 지하수위 조건 등에 따라 상이한 값을 보인다. 따라서 유출수 산정결과는 터널 설계자에 따라 많은 차이를 가져왔는데, 최근에는 $0.5 \sim 0.2 \text{ m}^3/\text{km}/\text{min}$ 의

범위내에서 터널 굴착시 발생 유출수를 산정하고 있다.

- 한국도로공사를 예로 들면 터널 굴착시 유출수를 $0.2\text{cm}^3/\text{km}/\text{min}$ 로 사용토록 하고 있는데, 이러한 유출량을 제시하기 위하여 2014. 3에 시행된 터널 폐수발생량 예측기법 연구용역을 추진하고, 한국도로공사에서 시행중인 터널별 연장 및 폐수처리 시설 용량을 파악한 후 선정된 것이다.
- 이를 통해 불필요한 과다용량의 폐수처리용량 산정 지양으로 환경저감시설의 설치·운영비용을 절감하고, 수질 TMS의 과다설계 배제등의 개선을 이루었다.

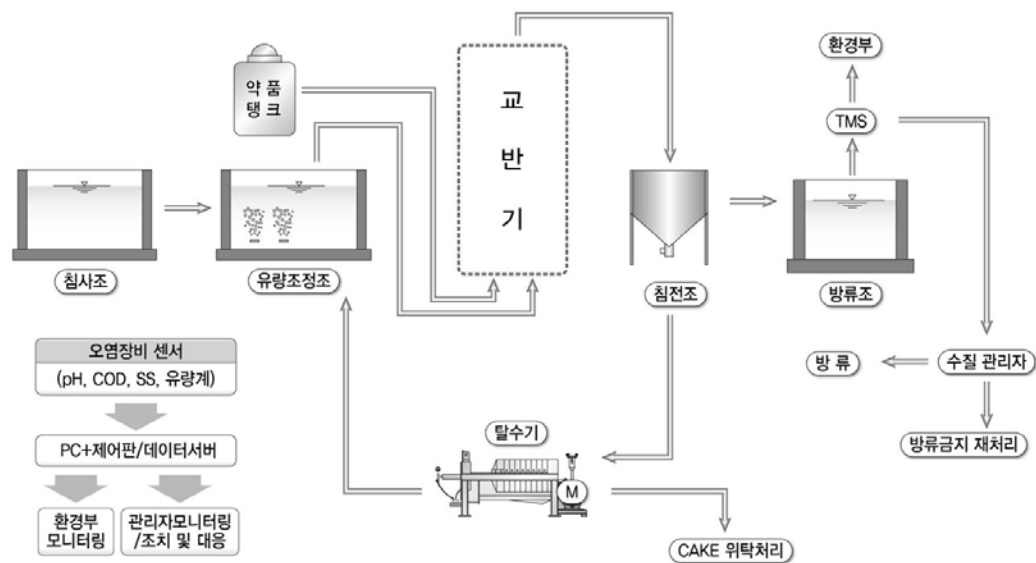
2.2 오폐수 처리시설

- 터널공사시 굴착 등에 따른 갱내에서 누출되는 지하수 및 장비 사용시에 발생된 오·탁수가 주변토양 및 하천 등을 오염시키는 원인이 된다. 이를 방지하기 위하여, 오·탁수 처리시설을 설치하여 완벽하게 정화 처리 후 방류토록 하여 주변환경의 오염을 최대한 방지할수 있도록 하는 설비이다
- 오폐수 처리 공법은 기본적으로 응집·침전을 기본개념으로 한다. 터널굴착시 발생되는 유출수의 주요 오염물질은 암반 굴착시 발생되는 석분과 토사류 등 무기성 오염물질과 숏크리트 작업 중 유입되는 시멘트류의 알칼리성 물질이 주종을 이루고 있다. 이러한 무기성 오염물질 중 비중이 무거운 모래 등의 입자성 물질은 작업장 근처에서 1차 자연중력 침강후, 알칼리성분과 현탁성 부유 물질은 중화, 응집 및 침전시키는 화학적 처리공법이 가장 효율적이다.



[그림 2.1] 처리계통

- ① 침사조 : 유입폐수의 모래등 조대입자를 제거하여 후단시설 부하와 기계장치의 마모를 감소
- ② 유량조정조 : 유입유량 및 부하를 균등하게 하여 후단 시설물의 용량을 축소시키고 약품을 투입하여 중화 및 응집이 되도록 한다 또는 후단 시설의 효율이 유지되도록 한다.
- ③ 침전장치 : 폐수중의 미세입자 및 부유고형물을 제거하기 위하여 설치
- ④ 방류조 : 처리된 상등수를 재사용할 수 있도록 잠시 보관
- ⑤ 탈수기 : 침전조에서 분리된 슬러지는 탈수기로 탈수 처리하여 부피와 함수율을 감소시켜 성토재 등으로 재사용 할 수 있도록 처리



[그림 2.2] 터널 유출수 처리 계통도

- 처리설비는 제작업체마다 상이하고 각각의 신기술 또는 특허를 가지고 있으나 대부분 처리방식은 응집 침전 및 농축이 한 곳에서 이루어지는 형식으로서 부지소요가 적고 유지관리가 용이한 장점을 가지고 있다. 수처리후 발생하는 슬러지는 압착탈수기로 탈수하여 매립 또는 재사용할 수 있도록 반영하고 있다. 일반적인 처리계통은 그림 2.1 및 그림 2.2와 같다.

2.3 오폐수 처리 기준

- 오폐수 처리기준은 터널 주변의 수질현황 및 터널폐수배출량을 고려하여 산정하게 되는데, 크게 청정지역, “가”지역, “나”지역 및 특례지역으로 구분되며, 구분 지역별 허용 기준치는 표 2.1과 같다.

[표 2.1] 배출수 수질 허용 기준 농도

구분	1일 배출량 2,000 m ³ 이하 / 2,000 m ³ 이상		
	BOD	COD	SS
청정지역	40이하 / 30이하	50이하 / 40이하	40이하 / 30이하
“가”지역	80이하 / 60이하	90이하 / 70이하	80이하 / 60이하
“나”지역	120이하 / 80이하	130이하 / 90이하	120이하 / 80이하
특례지역	30이하 / 30이하	40이하 / 40이하	30이하 / 30이하
비고	환경영향평가 의견 반영 BOD 10, COD20, SS10이하		

3. 화학물질 관리법(2015년 시행)에 의거한 추가 행정절차 및 설비

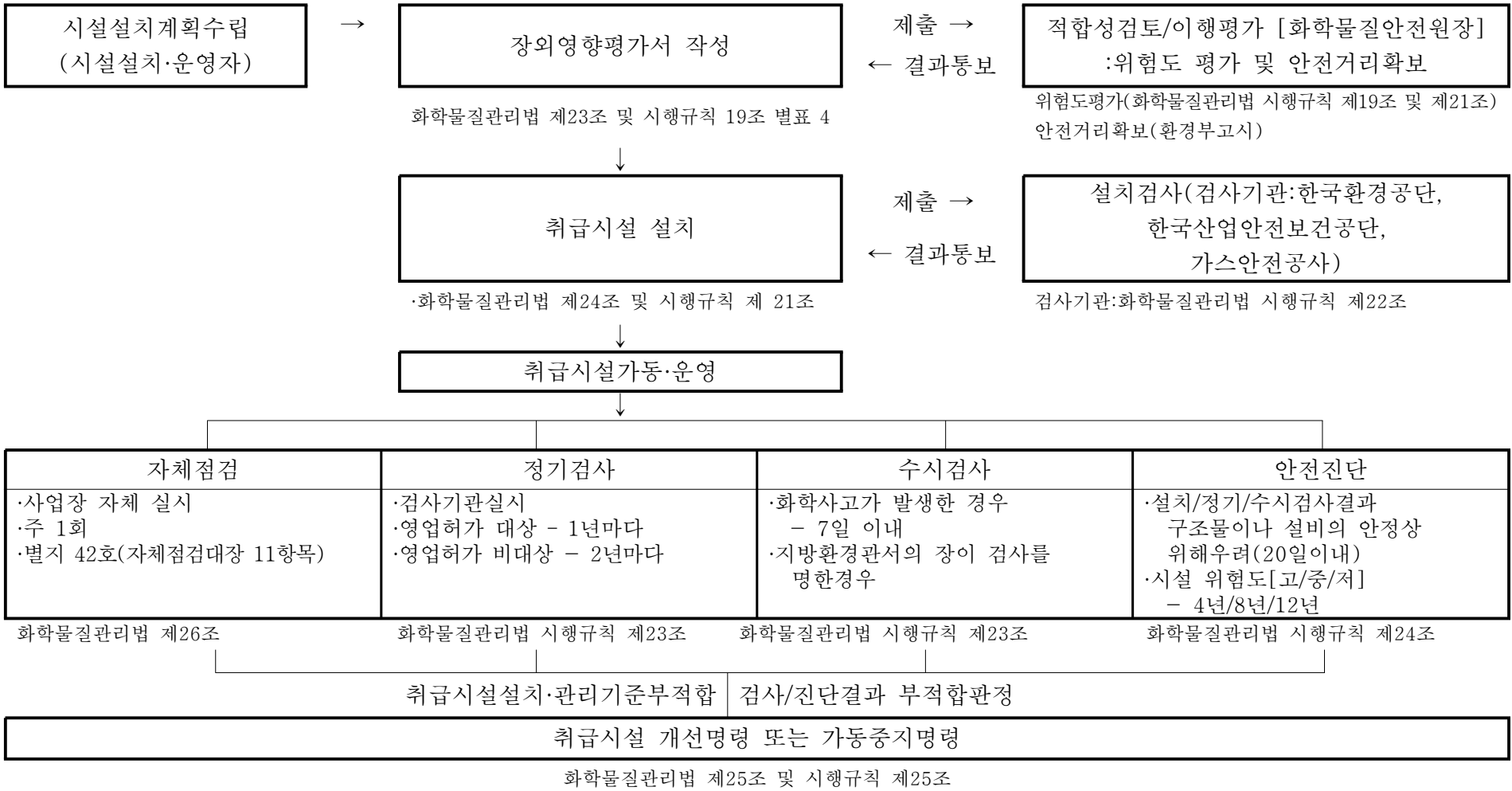
- 터널굴착 공정 중 Batch Plant(BP)에서 생산하는 숏크리트 보강작업 중 터널내부 지하수 및 굴착폐수의 원수 pH 농도(11~13)는 강알칼리성의 원수로 하천수계로 방류시 인근수계의 수생물에 피해를 줄 수 있으므로 하천 수계에 영향이 없는 pH농도 6.5~8.6로 적절히 조절하기 위하여 황산이 사용된다.
- 또한 황산은 터널굴착 공정 중 SS(Suspendid Solid) 부유물질을 응집/침전 공정에서 응집반응이 잘 이루어 질수 있도록 반응조의 pH농도(6.8~7.4)를 적절히 조절 해주는 역할을 한다.
- 이러한 황산 사용으로 인하여 화학물질관리법 따른 오폐수 처리 프로세스 및 설비 변화가 필요하며 주요 행정절차는 그림 3.1과 같다.

3.1 장외 영향 평가

- 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하려는 자는 해당 시설의 설치공사 착공일 30일 전에 별지 제31호서식의 검토신청서에 “장외영향평가서”를 첨부하여 화학물질안전원에 제출.
- ※ 9% 황산 사용시 해당사항 없음

3.2 설치 검사(화학물질관리법 시행규칙 제23조)

- 대상 및 시기 : 유해화학물질 취급시설의 설치를 마친자, 취급시설 가동 이전 실시
- 방법 : 검사기관에서 검사를 받고, 지방환경 관서에 그 결과 신고(신고서, 검사결과서)



[그림 3.1] 화학물질관리법에 의거한 주요 행정절차

3.3 정기점검(화학물질관리법 시행규칙 제23조)

- 대상 : 유해화학물질 취급시설을 설치, 운영하는 자
- 시기 : 영업허가 대상 : 1년마다, 그 외의 유해화학물질 취급시설 : 2년마다(단, 안전진단 실시하고 안전진단결과보고서 제출자는 1년간 정기검사 면제)
- 방법 : 검사기관에서 검사를 받고, 지방환경관서에 그 결과 신고(신고서, 검사결과서)

3.4 수시검사(화학물질관리법 시행규칙 제23조)

- 대상 : 유해화학물질 취급시설을 설치, 운영하는 자로서 화학사고가 발생하였거나, 화학사고 발생이 우려되는 경우
- 시기 : 화학사고 발생시 : 7일이내, 지방환경관서장이 검사를 명한 경우 : 지체없이
- 방법 : 검사기관에서 검사를 받고, 지방환경관서에 그 결과 신고(신고서, 검사결과서)

3.5 안전진단(화학물질관리법 시행규칙 제24조)

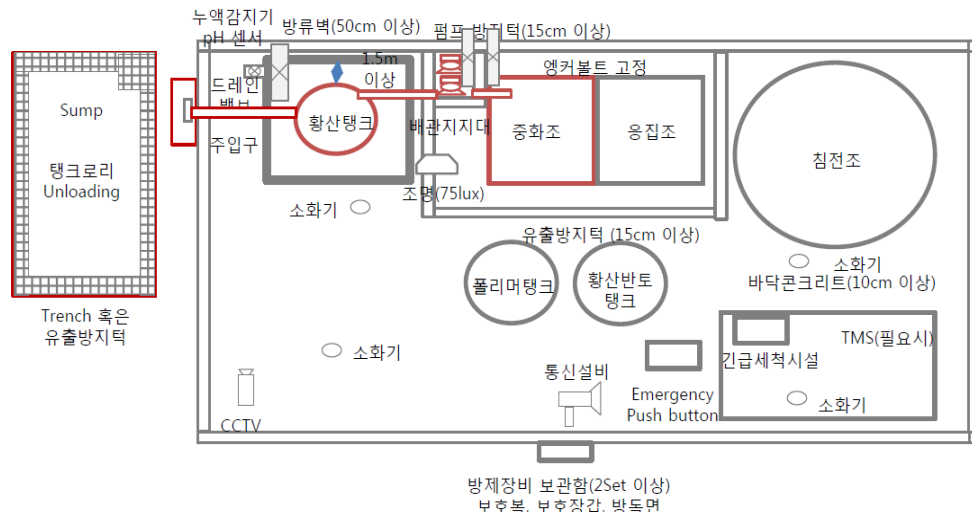
- 대상 : 유해화학물질 취급시설 설치를 마친 자 또는 취급시설을 설치, 운영하는자
- 시기 : ① 설치·수시·정기검사 결과 취급시설의 구조물, 설비가 침하·균열·부식 등으로 안전상의 위해가 우려된다고 인정되는 경우 : 검사결과서 받은 날부터 20일 이내
② 장외영향평가서에 의하여 취급시설의 위험도 검토결과를 받은 시점을 기준으로 고위험도 4년, 중위험도 8년, 저위험도 12년 마다 : 위험도 검토결과 없는 경우 4년
- 방법 : 검사기관에서 안전진단을 받고, 지방환경관서에 신고(신고서, 안전진단결과서)
→ 안전진단 미제출 또는 허위제출, 적합 판정을 받지 않은 취급시설 사용시 3년 이하 징역 또는 5천만원 이하 벌금

<검사·안전진단기관(화학물질관리법 시행규칙 제22조)

- 한국환경공단법에 따라 설립된 한국환경공단
- 한국산업안전보건공단법에 따라 설립된 한국산업안전보건공단
- 고압가스안전관리법에 따라 설립된 한국가스안전공사
- 그 밖에 환경부장관이 능력을 갖추고 있다고 인정하여 지정 고시한자

3.6 추가 토목공사

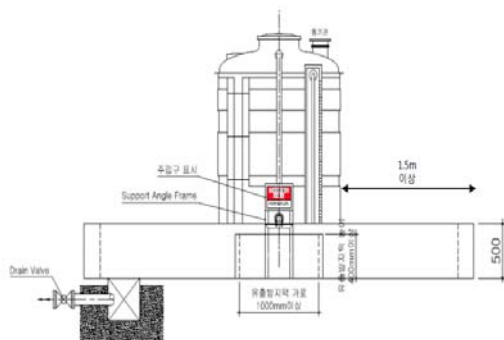
- 설비배치도 필수 포함 항목
 - 황산 하역장소(유출방지턱/트렌치 or 이동식트렌치)
 - 황산주입구
 - 황산탱크, 방류벽, 방류벽 내 집수설비
 - 황산탱크 방류벽내 pH Meter
 - 중화조, 유출방지턱, 최저부 집수설비
 - CCTV, 조명설비, 통신설비, 소화기, 방제장비 보관함, 긴급세척장비
- 시설평면도(예시)



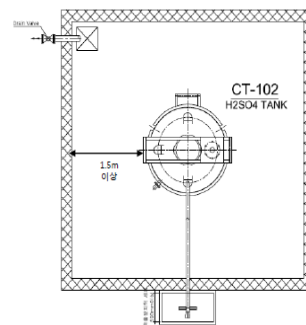
[그림 3.2] 화학물질관리법에 의거한 오폐수 처리시설내 황산 처리 시설물 예

- 설비배치도 규격/기준
 - ① 황산탱크
 - 방류벽: 50cm이상 / 바닥: 철근콘크리트 10cm이상
 - ② 펌프
 - 방류턱 : 콘크리트 15cm이상 / 바닥: 철근콘크리트 10cm이상
 - ③ 중화조
 - 방류턱 : 철근콘크리트 15cm이상 / 바닥: 철근콘크리트 10cm이상
 - ④ 하역장소
 - 방류턱 : 콘크리트 15cm이상 또는 트렌치

- 바닥 : 콘크리트 10cm이상 또는 동등이상 성능을 가진 불침투성 재질 시공 가능
- ⑤ 기타 부대시설(공통)
 - 조명등 : 150Lux이상(산업안전보건법 150Lux이상, 화관법 75Lux이상 요구)
 - 비상조명등 : 소방검정품(유효점등 60분)
 - 피뢰침 : 돌침(최고부인 침전조 상부에 설치)
 - ※BP시설 등 피뢰구역 내 피뢰침이 설치되어 안정서 지장이 없는 경우 피뢰침 설치면제
 - 바닥 : 10cm이상 철근콘크리트



[그림 3.3] 황산 탱크 방류벽 입면도



[그림 3.4] 황산 탱크 방류벽 평면도

4. 결 론

- 최근의 화학 위험물 유출사고에 따른 화학물질 관리법 개정이 2015년 이후 시행됨에 따라 터널 공사중 필수 설비인 오폐수의 처리행정 절차 및 설비에도 변화가 발생되어야 한다.
- 터널 오폐수 처리시의 황산사용이 주요한 처리공정이 되며, 처리를 위하여 화학물질관리법 (2015년 시행)에 의거한 장외영향 평가, 설치검사, 정기검사, 수시검사, 안전진단등의 추가적인 행정절차 및 황산탱크, 펌프, 중화조, 하역장소등의 주변에 방류턱(벽), 바닥콘크리트 타설 등의 안전시설이 갖추어져 있어야 한다.
- 터널공사는 도심지, 산악지역등의 다양한 장소에서 시공되며, 도심지에서는 민원 최소화, 산악지역에서는 환경피해 최소화를 위하여 배출수 수질 허용 기준농도 선정과 함께 화학물질 관리법에 의거한 행정 프로세스 수행 및 시설계획 수립으로 친환경적인 터널공사가 이루어지길 바란다.

참고문헌

- 김중천(2014), 화학물질관리법의 전면개정(안)에 관한 고찰, 한국환경법학회.