

# 기 술 검 토 서

NO. 

|   |   |
|---|---|
| 도 | 로 |
|---|---|

 — 

|    |
|----|
| 45 |
|----|

제 목 : 터널유출수 종합관리대책 개선방안 적용 검토

2008. 10

강 원 건 설 사 업 단  
춘천 ~ 동홍천기술자문단

| 기술검토건명  | 터널유출수 종합관리대책 개선방안 적용 검토   |         |                      |
|---------|---------------------------|---------|----------------------|
| 공 구     | 전 공 구                     | 검 토 구 분 | 도 로                  |
| 검 토 기 간 | 2008. 10. 8 ~ 2008. 10. 8 | 담 당 자   | 황 영 규                |
| 근 거 공 문 | 제 강원 - 2008 - 161호        | 회 신 공 문 | 제 강원자문 - 2008 - 161호 |

## 1. 검토목적

고속국도 제60호선 춘천-동홍천간 건설공사와 관련하여 터널유출수 종합관리대책 개선방안에 대한 적용성을 검토하고자 함.

## 2. 검토내용

### 가. 터널별 지하유출수량 측정현황

| 공 구 | 터 널 명 | 방 향 | 위 치    |        | 연 장<br>(m) | 지하유출수량<br>(m³/일) | 공사중<br>수소이온농도<br>(pH) | 비 고     |
|-----|-------|-----|--------|--------|------------|------------------|-----------------------|---------|
|     |       |     | 시 점    | 종 점    |            |                  |                       |         |
| 1   | 동산1터널 | 서울  | 3+001  | 3+700  | 439/260    | 20.0 / 4.0       | 8.0                   | 시점 / 종점 |
|     |       | 양양  | 2+988  | 3+668  | 442/238    | 17.0 / 17.0      |                       |         |
| 2   | 동산2터널 | 서울  | 3+893  | 5+118  | 1,225      | 19.0             | 6.8                   |         |
|     |       | 양양  | 3+904  | 5+071  | 1,167      | 19.0             |                       |         |
|     | 북방1터널 | 서울  | 5+380  | 7+670  | 2,290      | 30.0             | 7.3                   |         |
|     |       | 양양  | 5+352  | 7+663  | 2,311      | 25.0             |                       |         |
| 3   | 북방2터널 | 서울  | 9+290  | 9+618  | 328        | 0.0              | -                     |         |
|     |       | 양양  | 9+267  | 9+593  | 326        | 0.0              |                       |         |
|     | 북방3터널 | 서울  | 9+762  | 11+280 | 1,518      | 0.0              | -                     |         |
|     |       | 양양  | 9+720  | 11+240 | 1,520      | 0.0              |                       |         |
| 4   | 송정1터널 | 서울  | 12+496 | 13+175 | 679        | 10.0             | 7.0                   |         |
|     |       | 양양  | 12+470 | 13+191 | 721        | 10.0             |                       |         |
|     | 송정2터널 | 서울  | 13+318 | 13+684 | 366        | 0.0              | -                     |         |
|     |       | 양양  | 13+329 | 13+704 | 375        | 0.0              |                       |         |

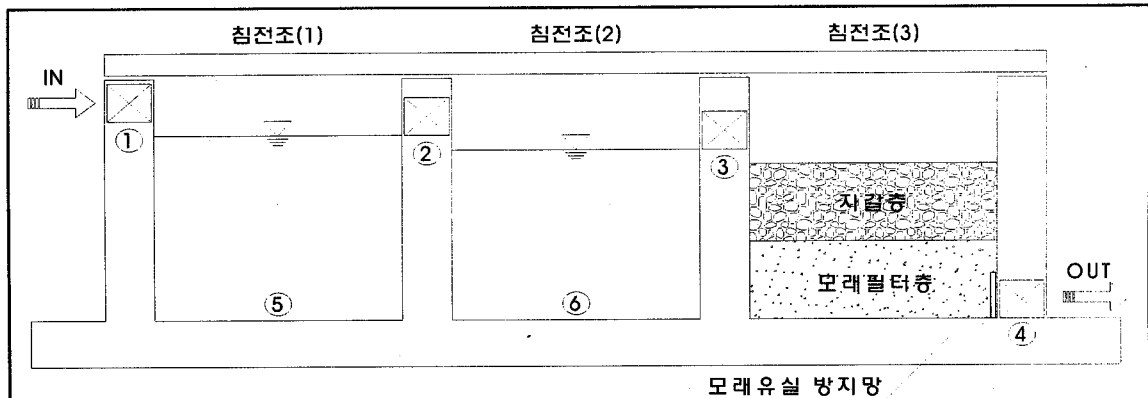
## 나. 터널유출수 종합관리대책 개선방안 【환경관리실 - 1962호 (2008. 8. 5)】

### 1) 추진목적

- 「터널유출수 종합관리대책」(건설환경실-2409, 2007.11.28)에 의해 설치 계획된 “타일 세척수 처리시설”을 개선하여 유출수 발생량에 따라 규격 적용을 다양화하도록 함.
- “pH 저감시설”의 설치위치를 구체화하고, pH 조정 목적에 맞는 효율적 운영을 위하여 시설 규모와 형태를 조정함.

### 2) 타일세척수 처리시설 개선방안

#### - 개념도



주1) 배출구 ①, ②, ③, ④ : 상시유출토록 개방

배출구 ⑤, ⑥ : 필요시 유출가능토록 유지관리용으로 이용(침전조 측면설치)

주2) 침전조 (1), (2) : 침전가능, 침전조 (3) : 여과기능(자갈:모래=1:1)

※ 규격 : (1단:W,L,H별도산정) × 3단(또는2단), 벽체 t=15cm, 바닥 t=20cm

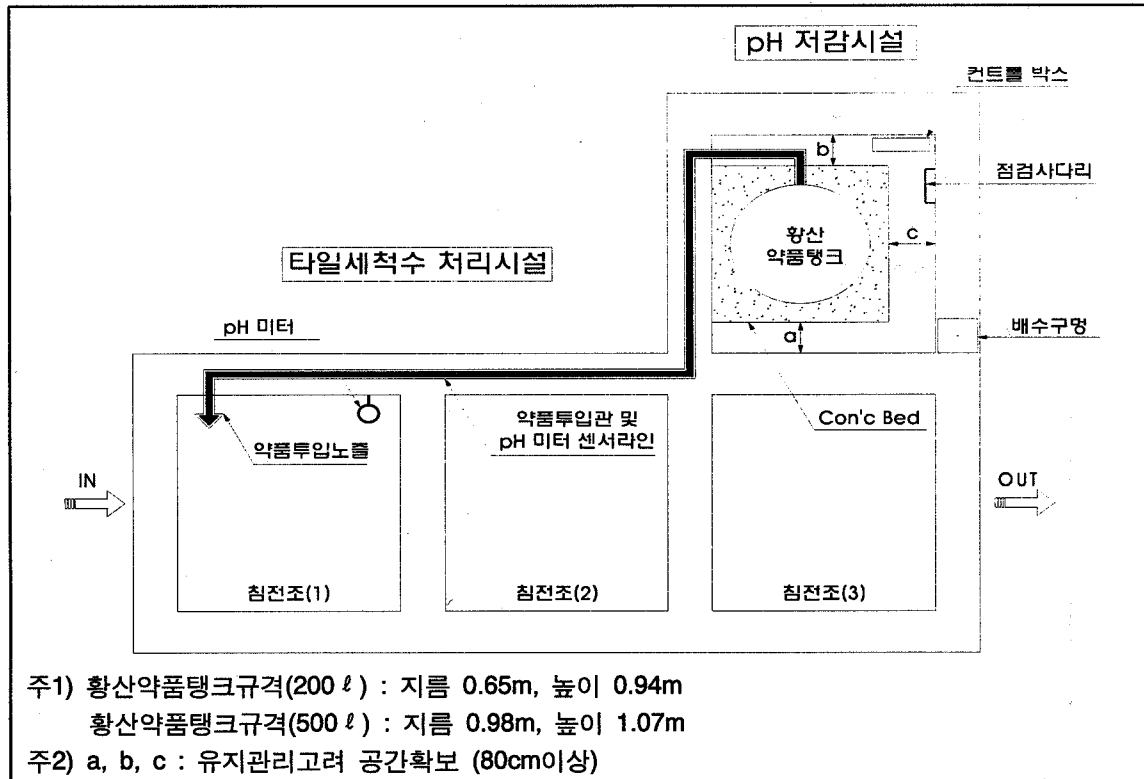
※ 모래유실 방지망 : 모래의 투수계수(0.1m/sec)정도를 가진 재료 선택

#### - 개선방안

| 구 분          |            | 당 초                                  | 개 선 방 안                                    | 비고 |
|--------------|------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|----|
| 침전조 (1), (2) | 침전기능       | 침전조 (1), (2) 설치                      | 침전조 (1), (2) 또는 (1)만 설치<br>(타일세척수 처리용량 고려) |    |
| 침전조 (3)      | 여과기능       | 침전조 (3) 설치<br>(자갈:70cm, 모래:60cm)     | 침전조 (3) 설치<br>(자갈:모래의 포설높이<br>비율을 1:1로 유지) |    |
| 시설규격         | 크기         | 규격 일괄 적용<br>(W=2.0m, L=2.0m, H=1.5m) | 규격 조정 적용<br>(현장 지형여건을 고려하여<br>W, L, H 조정)  |    |
| 배출구          | ①, ②, ③, ④ | 설치                                   | 설치 (당초와 동일 위치)                             |    |
|              | ⑤, ⑥       | 침전조 중간 격벽에 설치                        | 침전조 외부에서 잔류수 배출이<br>가능하도록 측면 벽에 설치         |    |
| 부직포          | 보호층        | 설치 (침전조 (3) 상단)                      | 설치 안함                                      |    |
|              | 모래유실 방지용   | 부직포 설치<br>(침전조 (3) 배출구)              | 모래유실 방지망 설치<br>(당초와 동일 위치)                 |    |

### 3) pH 저감시설 개선방안

#### - 개념도



#### - 개선방안

| 구 분     | 당 초                  | 개 선 방 안                             | 비 고                                |
|---------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 설치위치    | 타일세척수 처리시설<br>유입전 위치 | 타일 세척수 처리시설에<br>pH저감시설 설치조<br>연결 설치 | 설치조는 침전조와<br>동일 재질 적용<br>(철근 콘크리트) |
| 약품 투입시설 | 약품탱크 3개 설치           | 황산 약품탱크 1개 설치                       |                                    |
| 중화조     | 별도설치                 | 삭제<br>(침전조(1)을 중화조로 활용)             | 침전조(1) 내부 에폭시 코팅<br>실시             |

#### 다. 타일세척수 처리시설 유형 및 규격 산정

##### 1) 터널 지하유출수량 (A)

| 일 유출량의 범위<br>(m <sup>3</sup> /일) | 0~10  | 10~30 | 30~50 | 50~100 | 100~200 | 200~300 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|
| 적용값<br>(m <sup>3</sup> /min)     | 0.007 | 0.021 | 0.035 | 0.069  | 0.139   | 0.208   |

| 공 구 | 터 널 명 | 방 향 | 지하 유출수량(A)   |                | 비 고                 |
|-----|-------|-----|--------------|----------------|---------------------|
|     |       |     | 측 정 값 (m³/일) | 적 용 값 (m³/min) |                     |
| 1   | 동산1터널 | 서울  | 20.0 / 4.0   | 0.035 / 0.021  | 양방향 합산<br>(시점 / 종점) |
|     |       | 양양  | 17.0 / 17.0  |                |                     |
| 2   | 동산2터널 | 서울  | 19.0         | 0.035          | 양방향 합산              |
|     |       | 양양  | 19.0         |                |                     |
|     | 북방1터널 | 서울  | 30.0         | 0.069          | "                   |
|     |       | 양양  | 25.0         |                |                     |
| 3   | 북방2터널 | 서울  | 0.0          | 0.007          | "                   |
|     |       | 양양  | 0.0          |                |                     |
|     | 북방3터널 | 서울  | 0.0          | 0.007          | "                   |
|     |       | 양양  | 0.0          |                |                     |
| 4   | 송정1터널 | 서울  | 10.0         | 0.021          | "                   |
|     |       | 양양  | 10.0         |                |                     |
|     | 송정2터널 | 서울  | 0.0          | 0.007          | "                   |
|     |       | 양양  | 0.0          |                |                     |

## 2) 청소시 세척수 발생량 (B)

- B<sub>1</sub> = 고속도로 터널설계 실무자료집 기준 발생량 : 0.250m³/min

\* 세척수 사용량 : 15 ℓ / m, 청소속도 : 1,000m/hr

$$\text{세척수량}(Q) = (15 \ell \div 1,000m) \times 1,000m/hr \times (1/60) = 0.25m^3/min$$

- B<sub>2</sub> = 터널 청소장비(ZT33-332) 제원 기준 발생량 : 0.0784m³/min

\* 세척수 사용량 : 4.9 ℓ / m³, 청소 속도 : 8m/min,

$$\text{터널내 타일면적}(m^2) \approx [\text{터널연장}(m)] \times 2$$

$$\text{세척수량}(Q) = 0.0784m^3/min$$

$$\left[ \frac{8m}{1min} \times \frac{1}{\text{터널연장}(m)} \right] \times (\text{터널연장}(m) \times 2m) \times \frac{4.9 \ell}{1m^2} \times \frac{0.001m^3}{1 \ell}$$

## 3) 청소중 처리시설 밖으로의 유출량 (C)

| 배출구(φ 200)수     | 2개      | 3개     | 4개     | 5개     |
|-----------------|---------|--------|--------|--------|
| 배출구면적(m²)       | 0.0314  | 0.0942 | 0.126  | 0.157  |
| 유출량(C) (m³/min) | 0.00314 | 0.0565 | 0.0754 | 0.0943 |
| 춘천~동홍천 구간       |         |        |        | 적용     |

\* 유출량 산정식 = [투수계수(k) × 동수경사(i) × 출구면적(m<sup>2</sup>)]

\* 배출구 면적을 크게 설치하는 경우 : C = [0.3(m/min) × 2 × 출구면적(m<sup>2</sup>)]

· 투수계수(k) 산정

- 모래유실방지망 투수계수(0.01m/sec) × 0.5(안전율) = 0.005m/sec=0.3m/min

· 동수경사(i) 산정 (자갈층에서의 에너지 손실은 무시)

-  $\frac{\text{수두손실}(\Delta h)}{\text{이동거리}(L)} = \frac{1.3m}{0.6m} = 2.2 \Rightarrow \text{불확실성 고려 } 2.0 \text{ 적용}$

#### 4) 청소 소요시간(min) (D)

- D<sub>1</sub> = 고속도로 터널설계 실무자료집 기준 청소 소요시간(min)

\* 산출식 :  $\frac{1hr}{1,000m} \times \frac{60min}{1hr} \times [\text{터널연장}(m)]$

- D<sub>2</sub> = 터널 청소장비(ZT33-332) 제원 기준 청소 소요시간(min)

\* 산출식 :  $\frac{1min}{8m} \times [\text{터널연장}(m)]$

| 공 구 | 터 널 명 | 방 향 | 연 장 (m)   | 청소시간 (min)     |                | 비 고     |
|-----|-------|-----|-----------|----------------|----------------|---------|
|     |       |     |           | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> |         |
| 1   | 동산1터널 | 서울  | 439 / 260 | 26.3 / 15.6    | 54.9 / 32.5    | 시점 / 종점 |
|     |       | 양양  | 442 / 238 | 26.5 / 14.3    | 55.3 / 29.8    |         |
| 2   | 동산2터널 | 서울  | 1,225     | 73.5           | 153.1          |         |
|     |       | 양양  | 1,167     | 70.0           | 145.9          |         |
|     | 북방1터널 | 서울  | 2,290     | 137.4          | 286.3          |         |
|     |       | 양양  | 2,311     | 138.7          | 288.9          |         |
| 3   | 북방2터널 | 서울  | 328       | 19.7           | 41.0           |         |
|     |       | 양양  | 326       | 19.6           | 40.8           |         |
|     | 북방3터널 | 서울  | 1,518     | 91.1           | 189.8          |         |
|     |       | 양양  | 1,520     | 91.2           | 190.0          |         |
| 4   | 송정1터널 | 서울  | 679       | 40.7           | 84.9           |         |
|     |       | 양양  | 721       | 43.3           | 90.1           |         |
|     | 송정2터널 | 서울  | 366       | 22.0           | 45.8           |         |
|     |       | 양양  | 375       | 22.5           | 46.9           |         |

### 5) 타일세척수 처리시설 유형 및 규격 산정

- 처리시설 용량(Q<sub>0</sub>) 결정

$$Q_0 = \frac{[Q_1 + Q_2]}{2} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{cases} Q_1 = [A + B_1 - C] \times D_1 \\ Q_2 = [A + B_2 - C] \times D_2 \end{cases}$$

- 처리시설 유형 결정

\* Q<sub>0</sub> < 10m<sup>3</sup> ⇒ [(L×W×H)×2단] 설치, Q<sub>0</sub> > 10m<sup>3</sup> ⇒ [(L×W×H)×3단] 설치

| 공 구 | 터 널 명 | 방향 | 소요용량(m <sup>3</sup> ) |                |                | 처리시설<br>유 형 | 처리시설 규격 (m) |       |       | 비 고 |
|-----|-------|----|-----------------------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------|-------|-----|
|     |       |    | Q <sub>0</sub>        | Q <sub>1</sub> | Q <sub>2</sub> |             | 폭(W)        | 높이(H) | 길이(L) |     |
| 1   | 동산1터널 | 시점 | 3.1                   | 5.1            | 1.1            | 2단          | 1.5         | 1.2   | 1.0   |     |
|     |       | 종점 | 1.5                   | 2.8            | 0.2            | 2단          | 1.5         | 1.0   | 1.0   |     |
| 2   | 동산2터널 |    | 8.5                   | 14.0           | 2.9            | 2단          | 2.0         | 1.5   | 1.5   |     |
|     | 북방1터널 |    | 23.2                  | 31.2           | 15.3           | 3단          | 2.0         | 1.5   | 2.0   |     |
| 3   | 북방2터널 |    | 1.6                   | 3.2            | 0.0            | 2단          | 1.5         | 1.0   | 1.0   |     |
|     | 북방3터널 |    | 7.4                   | 14.8           | 0.0            | 2단          | 1.8         | 1.5   | 1.5   |     |
| 4   | 송정1터널 |    | 4.1                   | 7.6            | 0.5            | 2단          | 1.5         | 1.2   | 1.2   |     |
|     | 송정2터널 |    | 1.8                   | 3.7            | 0.0            | 2단          | 1.5         | 1.0   | 1.0   |     |

### 라. 터널유출수 처리시설 설치위치 검토

| 공 구 | 터 널 명 | 방향 | 위 치 검 토                                                                                                      | 비 고 |
|-----|-------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1   | 동산1터널 | 시점 | - 기존 배수관 활용<br>- STA. 2+958(서울) 횡배수관 유출부 설치                                                                  |     |
|     |       | 종점 | - 횡배수관(φ800m/m), 종배수관(φ300m/m) 추가설치<br>- STA. 3+795(녹지대) 도수로 유출부 설치                                          |     |
| 2   | 동산2터널 |    | - 종 · 횡배수관(φ300m/m) 추가설치, 계곡수처리 기존 종배수관 이용, 횡배수관 유로방향 변경, 처리시설 부지확보용 옹벽설치<br>- STA. 5+120(양양) 추가 종배수관 유출부 설치 |     |
|     | 북방1터널 |    | - 종배수관(φ300m/m) 추가설치, 기존 종배수관 삭제<br>- STA. 7+820(양양) 종배수관 유출부 설치                                             |     |
| 3   | 북방2터널 |    | - 횡배수관 유로방향 변경(현 집수정 유출부 차단), 종배수관(φ300m/m) 추가설치<br>- STA. 9+250(양양) 종배수관 유출부 설치                             |     |
|     | 북방3터널 |    | - 종배수관(φ300m/m) 추가설치<br>- STA. 11+310(서울) 종배수관 유출부 설치                                                        |     |
| 4   | 송정1터널 |    | - 횡배수관(φ800m/m), 종배수관(φ300m/m) 추가설치<br>- STA. 13+210(녹지대) 종배수관 유출부 설치                                        |     |
|     | 송정2터널 |    | - 횡배수관(φ800m/m), 종배수관(φ300m/m) 추가설치<br>- STA. 13+320(녹지대) 종배수관 유출부 설치                                        |     |

### 3. 검토결론

「터널유출수 종합관리대책」 개선방안【환경관리실 - 1962호 (2008. 8. 5)】에 따른 “터널 세척수 처리시설” 규격 적용 및 “pH 저감시설”의 설치위치, 시설규모 및 형태를 검토한 결과는 다음과 같음.

| 공 구 | 터 널 명 | 방향 | 처리시설 설치위치                         | 처리시설 유 형 | 처리시설 규격 (m) |       |       | 유출배수구 (Φ200) 수 |
|-----|-------|----|-----------------------------------|----------|-------------|-------|-------|----------------|
|     |       |    |                                   |          | 폭(W)        | 높이(H) | 길이(L) |                |
| 1   | 동산1터널 | 시점 | - STA. 2+958(서울)<br>황배수관 유출부 설치   | 2단       | 1.5         | 1.2   | 1.0   | 5개             |
|     |       | 종점 | - STA. 3+795(녹지대)<br>도수로 유출부 설치   | 2단       | 1.5         | 1.0   | 1.0   | 5개             |
| 2   | 동산2터널 |    | - STA. 5+120(양양)<br>종배수관 유출부 설치   | 2단       | 2.0         | 1.5   | 1.5   | 5개             |
|     | 북방1터널 |    | - STA. 7+820(양양)<br>종배수관 유출부 설치   | 3단       | 2.0         | 1.5   | 2.0   | 5개             |
| 3   | 북방2터널 |    | - STA. 9+250(양양)<br>종배수관 유출부 설치   | 2단       | 1.5         | 1.0   | 1.0   | 5개             |
|     | 북방3터널 |    | - STA. 11+310(서울)<br>종배수관 유출부 설치  | 2단       | 1.8         | 1.5   | 1.5   | 5개             |
| 4   | 송정1터널 |    | - STA. 13+210(녹지대)<br>종배수관 유출부 설치 | 2단       | 1.5         | 1.2   | 1.2   | 5개             |
|     | 송정2터널 |    | - STA. 13+320(녹지대)<br>종배수관 유출부 설치 | 2단       | 1.5         | 1.0   | 1.0   | 5개             |

붙임 #1 터널유출수 배수처리도 8부. 끝