

서울대공원내 조절저수지 정밀안전점검 용역

자문위원 검토의견 조치사항

2003. 6.



서울대공원관리사업소

■ 용역명 : 서울대공원내 조절저수지 정밀점검용역

■ 도급사 : 에스큐엔지니어링(주)

자문위원 : 박 선 규 (성균관대학교 교수)

자문위원 검토 의견	조치 사항	비 고
<p>1. 본 안전점검 자료에 의하면, 퇴사량에 의한 유효저수량의 검토에서 현재상태에서는 준설의 필요성이 없는 것으로 지적하고 있습니다. 그에 대한 근거가 불충분한 것으로 사료되며 여름철의 홍수시에 대한 검토가 필요할 것으로 판단됩니다.</p>	<p>1.“진단을 통한 검토”로 수정 2.보고서 수록</p>	<p>첨부#1 보고서 P 49~52</p>
<p>2. 본 안전점검 자료의 P.37에 통관 유입구의 Mouth부 외관조사에서 “보조통관 유입구 내부에는 관경의 80%정도 토사퇴적이 되었고, 통관 유입구의 Mouth내부의 토사퇴적량은 적은 것으로 조사”라고 언급되어 있습니다. 이러한 조사결과에 따르면 보조통관의 유입구내부에는 많은 토사퇴적이 발생한 것으로 판단이 되며 이에 대한 대책이 필요할 것입니다.</p>	<p>1.기준설시 준설불량으로 통관의 내부에 토사 잔류 2.진단후 준설여부,시기 검토후 준설 3.보고서 수록</p>	<p>첨부#2 보고서 P 37</p>
<p>3. 여수로 2련 BOX에 대한 보수·보강대책에서 구조적 균열과 비구조적 균열의 판단기준은 무엇인지 제시하고, “콘크리트 구조설계기준”에서는 물을 저장하는 구조물의 경우, 허용균열폭을 0.1mm로 제한하고 있습니다. 따라서 균열의 발생원인에 관계없이 허용균열폭 이상의 균열에 대해서는 보수 대책을 수립하여야 할 것입니다.</p>	<p>1.보수 우선순위에 대하여 기술 2.보고서 수록</p>	<p>첨부#3 보고서 P 90~92</p>
<p>4. 본 점검자료에는 보수·보강공법의 비교가 되어 있습니다. 구조물의 손상정도에 따라 보수공법을 선택할 경우, 보수단면의 상태(습윤, 건조)와 보수시기 등을 적절히 고려하여 그에 적합한 보수공법을 채택하여야 할 것입니다.</p>	<p>1.보수·보강공법의 비교 및 보수공법의 선정과 이유 기술 2.보고서 수록</p>	<p>첨부#4 보고서 P 93~98</p>
<p>5. 20년간 침하에 대한 측정 DATA가 없는데 침하가 70cm, 54cm라는 내용에 대한 기준은 어디에 있는지?</p>	<p>1.설계도면과 비교 2.보고서 수록</p>	<p>첨부#5 보고서 P 26~27</p>
<p>6. 점검과 진단의 범위와 차이는 무엇인가</p>	<p>1.보고서 수록</p>	<p>첨부#6 보고서 P 111</p>

자문위원 검토 의견	조치 사항	비 고
<p>7. 상태등급 산정시 구조물 전체에 대한 평가등급으로 B등급으로 책정하였는데 이런 산정식보다는 국부적 손상에 대한 등급을 책정하고, 등급 책정시 객관적인 등급산정이 필요로 한다.</p>	<p>1.보고서 수록</p>	<p>첨부#7 보고서 P 77~78</p>
<p>8. 침하에 대한 추후 대책을 무엇인가</p>	<p>1.진단을 통한 댐의 정밀 탐사후 성토 여부 결정 기술 2.보고서 수록</p>	<p>첨부#5 보고서 P 26~27</p>
<p>9. 보수·보강공법에 대한 자세한 설명과 분류가 필요하다.</p>	<p>1.보고서 수록</p>	<p>첨부#4 보고서 P 93~98</p>

■ 용역명 : 서울대공원내 조절저수지 정밀점검용역

■ 도급사 : 에스큐엔지니어링(주)

자문위원 : 김학청 (신우CEC 대표이사)

자문위원 검토 의견	조치 사항	비고
<p>1. 이번 정밀 안전 점검 후 노출된 여러 가지 문제점을 다음에 실시할 정밀안전점검을 정밀안전진단으로 바꾸어 확실하게 대책 마련하기 바랍니다.</p>	<p>1.결론부 점검의 수준을 진단수준으로 향상해야한다고 기술 진단의 필요성 기술 2.보고서 수록</p>	<p>첨부#8 보고서 P 130~131</p>
<p>2. 댐 정상부의 침하발생에 대하여는 원설계 도면의 단면과 성토고 등에 맞도록 복구공사하여야 하는데 실작업을 금회에 하거나 다음 정밀안전진단 실시 후에 하는가를 잘 판단하시기 바랍니다.</p>	<p>1.진단을 통한 댐의 정밀 탐사후 성토여부,시기결정 기술 2.보고서 수록</p>	<p>첨부#5 보고서 P 26~27</p>
<p>3. 차기 정밀안전진단시 유효저수량의 산출과 확인, 옹벽의 수평 누수발생부 등에서의 철근부식 확인, 댐 하부의 통관 말단부에서 발생한 용출현상의 확인, 댐 재질에 대한 코아채취 및 물성시험, 댐의 유사량 준설을 주기적으로 검토하던가 유사의 유입 계곡부에 침사지를 설치하던가에 대한 결론등이 반드시 실행되어야 합니다.</p>	<p>1.보고서 수록</p>	<p>첨부#1 첨부#9 보고서 P 49~52 P 118~119</p>
<p>4. 보고서에 댐의 침하에 대하여 언급을 했는데 침하에 대한 기준이 없고 침하의 진행 여부를 확인할 필요가 있다.</p>	<p>1.진단을 통한 댐의 정밀 탐사 후 진행 여부 판단 2.보고서 수록</p>	<p>첨부#5 보고서 P 26~27</p>
<p>5. 댐 하류에 용출수가 있다고 했는데 용출부에 대한 정확한 확인이 필요하다.</p>	<p>1.보고서 수록</p>	<p>첨부#9 보고서 P 118~119</p>

■ 용역명 : 서울대공원내 조절저수지 정밀점검용역

■ 도급사 : 에스큐엔지니어링(주)

자문위원 : 박 구 준 (건설안전기술협회 전문위원)

자문위원 검토 의견	조치 사항	비 고
1. 여수로 Con'c 시설물의 보수범위를 전체가 아닌 Box 구조체에만 적용한 사유?	1.보수 우선순위에 대하여 기술 2.보고서 수록	첨부#3 보고서 P 90~92
2. 설계저수용량이 퇴사도에 의해 감소한 대책과 퇴사도 처리 대책은 ?	1.“진단을 통한 설계저수용량 검토후 대책 결정” 2.보고서 수록	첨부#1 보고서 P 49~52
3. 퇴사량 조사를 실시한 후 조절저수지 안전성평가는 수위,상류측 하천유입량, 방유량 및 저수지내 토사퇴적 등이 댐 설계조건과 저수지조작 규정 등에 근거로 하여 검토되었는지 여부 ?	1.“진단을 통한 검토”로 수정 2.보고서내 수록	첨부#1 보고서 P 49~52
4. 댐 계획당시의 저수지 유입설계홍수량과 최근의 수문기록자료(발생가능최대홍수량)를 활용하여 여수로 방류능력에 대한 수리계산서의 검토여부 및 필요성?	1.“진단을 통한 검토”로 수정 2.보고서내 수록	첨부#1 보고서 P 49~52
5. 인위적인 홍수조절 시설물로서 홍수시 위험수위가 E.L()m인지 표식의 필요성 여부 ?	1.도면에 표시	첨부#10
6. 보고서 작성시 일괄적인 글씨체와 캡션 표번호 위치를 통일 시킬 것. {pp 57, pp59 등 다수 - 혼동이 됨(상부측에는 표번호, 하부는 그림번호로.)}	1.일괄적인 글씨체와 표번호의 위치 통일 조치	첨부#11 P 3

자문위원 검토 의견	조치 사항	비 고
<p>7. 저수지 상류측 하천유입부에 나무토막,자갈 및 퇴적토는 제거 처리되어 홍수 배제시 장애가 되지 않도록 처리 계획의 필요성 여부 ?</p>	<p>1.보고서 수록</p>	<p>첨부#9 보고서 P 118~119</p>
<p>8. 취수시설 사통(?)이나 배사토(?)의 시설 등에 대한 검토 여부와 저수지에대한 정밀안전 진단이나 유지관리 안전 대책 수립의 필요성 여부 ?</p>	<p>1.진단의 필요성 기술 2.보고서 수록</p>	<p>첨부#8 보고서 P 130~131</p>
<p>9. 보고서 내용에 홍수시 댐의 안전성 검토, 취수시설의 안전성 검토, 구조물 자체의 안전성 검토가 누락되었다.</p>	<p>1.진단의 필요성 기술 2.보고서 수록</p>	<p>첨부#8 보고서 P 130~131</p>

첨 부 #1

제 5 장 퇴사량 조사

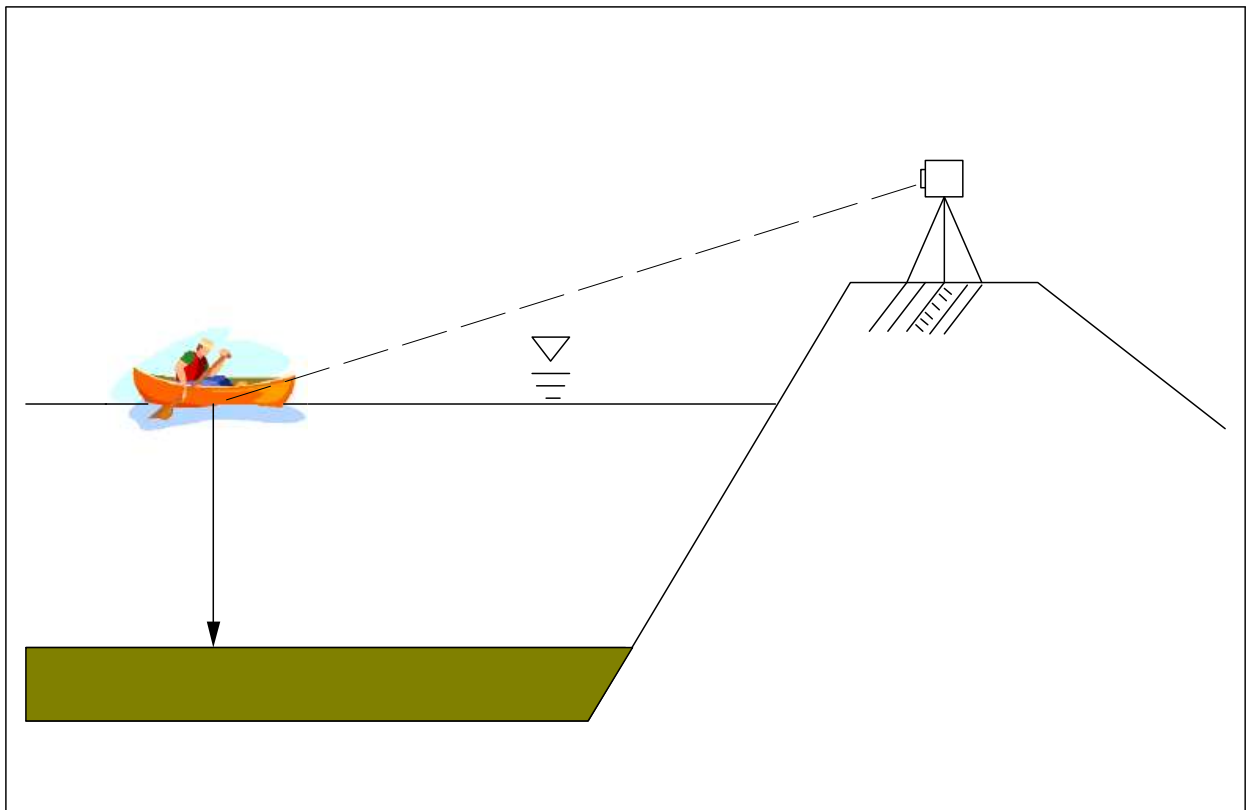
5.1 개 요

조절저수지 축조후 조절저수지 수면내의 설계EL.과 현재의EL.을 조사하여 현재의 저수지내의 퇴사량상태와 퇴사량으로 인한 저수량의 변화 및 저수지내의 준설여부와 시기를 판단하여 시설물의 효용성 제고에 그 목적이 있다.

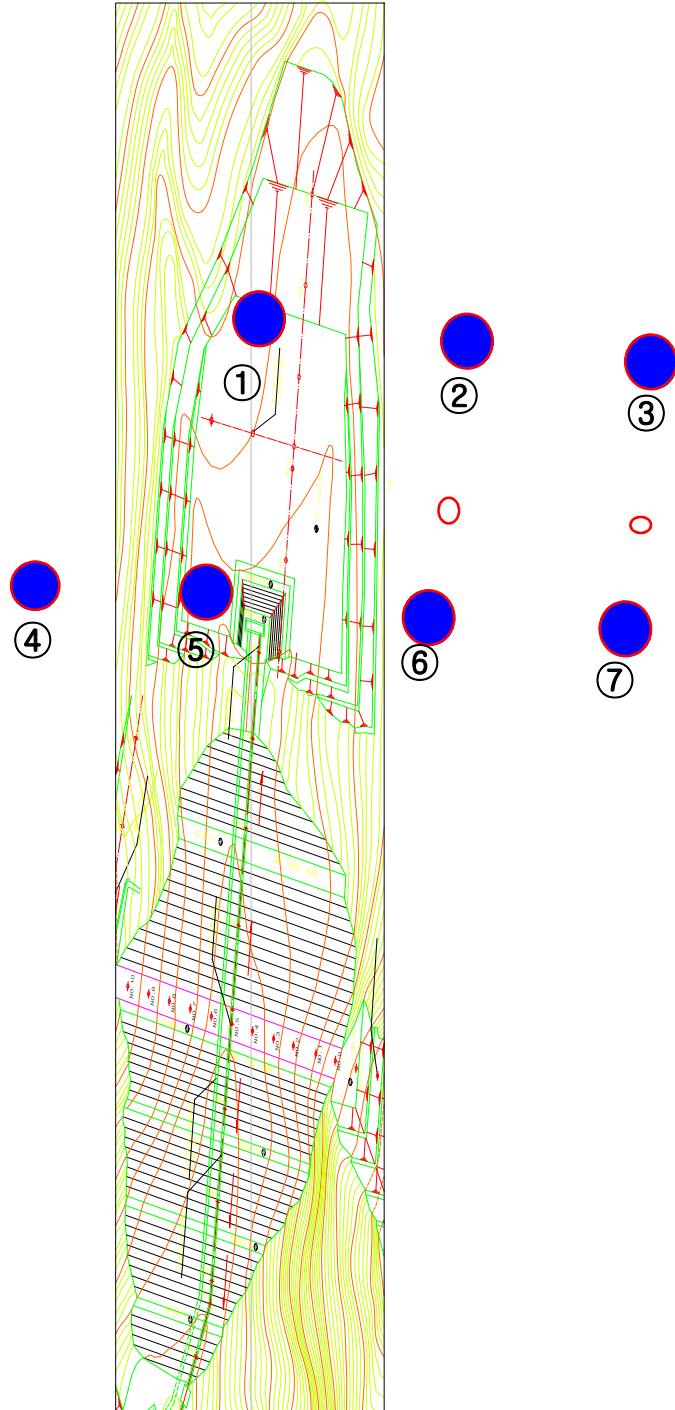
5.2 수면내 퇴사량 조사

가. 퇴사량 조사 수행방법

수면내 퇴사량 조사는 댐마루에서 광파기를 이용하여 수면상의 위치를 선정하고, 고무보트로 선정한 위치로 이동하여 수심측정기계를 이용하여 수심을 측정한 다음 기존의 설계도면 및 지반고를 비교하여 퇴사량을 조사하였다. 또한 수중조사팀이 직접 수면내로 잠수하여 토사의 두께와 바닥의 상태를 육안 및 촬영조사하였다.



【그림 5.1】 퇴사량 조사방법



【 그림 5.2】 퇴사량 조사위치도

나. 퇴사량 조사 결과

측 점	계획 EL.(m)	측정 EL.(m)	퇴사고	비고
1	158.000	161.25	3.25	
2	158.000	160.35	2.35	
3	158.000	159.35	1.35	
4	158.000	158.75	0.75	
5	158.000	158.65	0.65	
6	158.000	158.85	0.85	
7	158.000	159.58	1.58	

【 표 5.1 】 퇴사량조사 결과

다. 결과의 이용

- 1) 퇴사정도 및 퇴적형태 파악

라. 퇴사량 관련공식

1) 퇴사량(㎥) = 비퇴사량 × 유역면적 × 내용연수

비퇴사량(㎥) = 비유사량/퇴사 단위중량

비유사량 산정방법

- ◎ 유량-유사량 곡선이용
- ◎ 동일 유역내의 타 저수지 퇴사자료 이용
- ◎ 경험공식 이용
 - 유역면적별 퇴사자료를 통계처리
 - 특성변수 : 하천밀도, 강우침식인자, 하상재료 대표입경, 저수지 포착율 퇴적토 단위중량, 토양침식성 인자, 지형 등

2) 퇴사량(㎥) ≒ 바닥면적 × 평균 퇴적고 (개략식)

마. 퇴사량 산출

퇴사량 산출식은 현재 관련자료의 부족으로 2안을 선정하여 산출하였다.

◎ 퇴사량 ≒ 바닥면적 × 평균 퇴적고
 ≒ 5,234.08m² × 1.54m
 ≒ 8,060.5m³

바. 유효저수량 검토

$$\begin{aligned}\text{실저수량} &\approx \text{설계유효저수량} - \text{토사량} \\ &\approx 219,240 \text{ m}^3 - 8,060.5 \text{ m}^3 \\ &\approx 211,179.5 \text{ m}^3\end{aligned}$$

사. 검토결과

토사량 조사결과 현재 설계유효저수량 219,240^m 중 8,060.5^m이 토사되어 현재의 유효저수량은 211,179.5^m(3.68%)로 조사되었다. 차후 진단을 실시하여 저수지내의 토사량으로 인하여 갈수기(3~5월)내 공원 사용수량의 확보여부와 홍수조절능력의 저하로 홍수기에 수위가 위험수위까지 상승되는지 여부를 검토하고 하천 유입량과 유역조사, 유효저수량과 여수로의 홍수시 수문의 홍수조절 능력을 검토하여 준설의 필요성과 준설시기를 판단해야 한다. 또한 유지관리 차원에서 우기전에 저수지내의 수위를 낮춰 홍수를 대비하고 계곡부의 토사유입을 방지하기 위해 침사지 설치여부를 검토해야 한다.

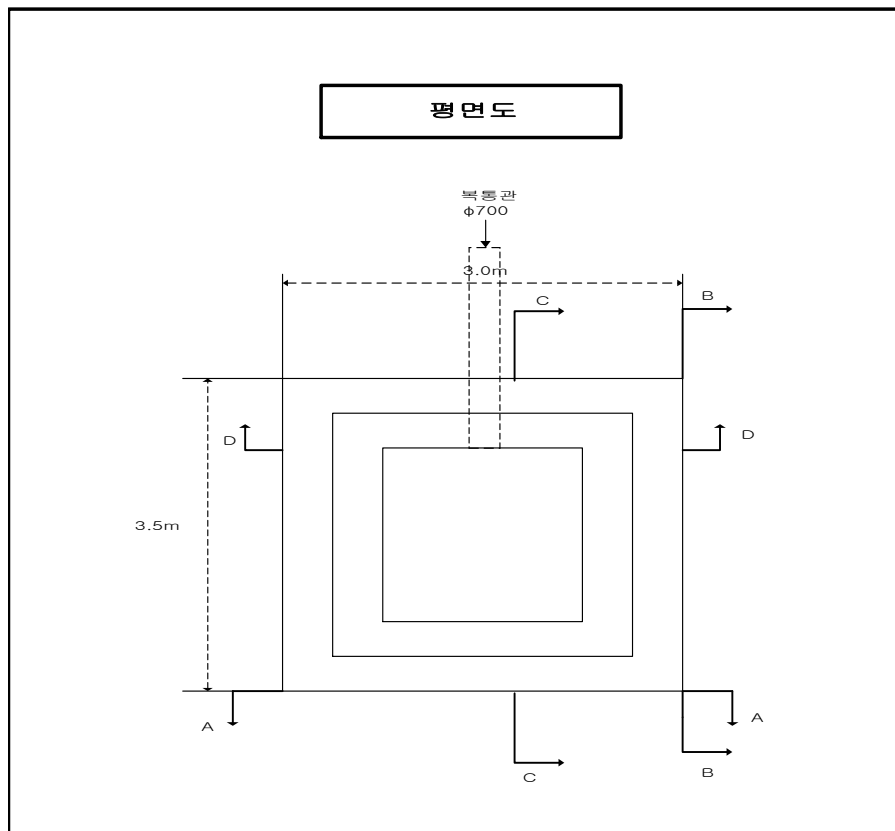
첨 부 #2

3.3.3 취수시설의 외관조사 및 결과

취수시설의 외관조사는 유출·입구의 변형과 손상, 취수시설의 작동상태에 대하여 조사하였다.

가. 유입구의 외관조사

설계도면의 존재하는 복통관 유입구의 Mouth부와 복통관, 보조통관의 외관조사는 수중조사를 하여 조사하였으며, 수중조사 결과 복통관 유입구의 Mouth부와 복통관의 위치 및 존재여부를 확인하여 외관조사를 확인하였으나, 보조통관의 유입구 및 유출구는 3번의 수중조사를 하였지만 시야 및 위치확보가 어려워 보조통관의 위치 및 존재여부를 확인하지 못하였다. 차후 진단시 탐사장비를 이용하여 위치 및 외관상태를 확인하여야 한다. 통관의 외관조사 결과, 통관 유입구의 상태는 양호한 것으로 조사되었으며, 통관 유입구내부에는 관경의 80%정도 토사퇴적이 되었고, 통관 유입구의 Mouth내부의 토사퇴적량은 적은 것으로 조사되었다. 통관 유입구내부의 구간에만 토사가 퇴적된 이유는 점검전 준설시 통관 유입구내부까지 준설을 하지 않은 것으로 보이며, 차후 진단후 준설여부를 검토하여 보조통관 내부까지 청소,정리를 해야 된다고 판단된다.



【 그림 3.6 】 복통관 유입구 Mouth부 평면도

첨 부 #3

8.2 주요 시설물별 보수·보강 범위 및 대책

서울대공원내 조절저수지의 보수·보강 범위는 외관조사자료와 기존자료를 분석한 결과 댐체와 유입구의 통관 유입구 Mouth부는 손상이 없는 양호한 상태로 보수·보강이 필요없는 상태였고, Con'c 구조물인 여수로 시설물과 유출구 밸브실의 손상에 대하여 전체적인 보수가 필요하며 우선적으로 하중을 받는 Box부와 Con'c구조물에 해로운영향을 끼치는 누수손상이 발생한 감세지와 방수로에 대해서 우선적인 보수가 필요하다.

8.2.1 주요 시설물별 보수·보강 조치요구내용

시설물명	손상내용	조치요구내용	비 고
여수로 2련 BOX	균 열	-시설물의 구조상 하중을 받는 시설물이기 때문에 우선적으로 보수가 필요.	균열주입공법
OUTLET CHUTE BOX	균 열	-균열을 제외한 나머지 손상은 진행성 여부를 판단 후 보수 실시	균열주입공법
감세지	누 수	누수로 인하여 콘크리트 열화의 발생 및 철근의 부식화를 촉진시키기 때문	배수공 설치 균열주입공법
방수로	누 수	우선적인 보수가 필요	배수공 설치 균열주입공법
APRON	백화와 균열	손상으로 인한 시설물의 사용성 및 내구성에 영향이 거의 없기 때문에	
접근수로	백화와 균열	차후에 점검을 통하여 진행성 여부를 판단한 후 보수 실시	
댐체 사면	상태양호	상태 양호 계속적이 유지관리 필요	
댐체 양안부	상태양호		
통관 유입구의 Mouth부	상태양호		
유출구	상태양호		
Valve chamber	발청	보수 실시	

【 표 8.1】 주요시설물별 보수·보강 조치요구내용

8.2.2 댐체

댐체의 상·하류사면, 댐체 양안 접속부, 댐마루의 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 조사되어 보수·보강사항은 없다.

8.2.3 여수로

여수로의 손상은 시설물 전체에 부분적으로 균열, 누수, 재료분리, 백화, 철근노출, 세굴 등의 손상이 조사되었으며, 손상발생구간의 중요도와 특성을 고려하여 보수·보강 우선순위를 판단하였다.

가. 접근수로 및 APRON

접근수로 구간의 주요손상은 백화와 균열로서 이 구간이 항상 물속에 수침되는 구간이 아니고, 손상의 종류가 비구조적이므로 균열 등의 손상을 정기적으로 관찰한 후 보수가 필요하다고 판단된다.

나. 여수로 2련 BOX, OUTLET CHUTE 1련BOX

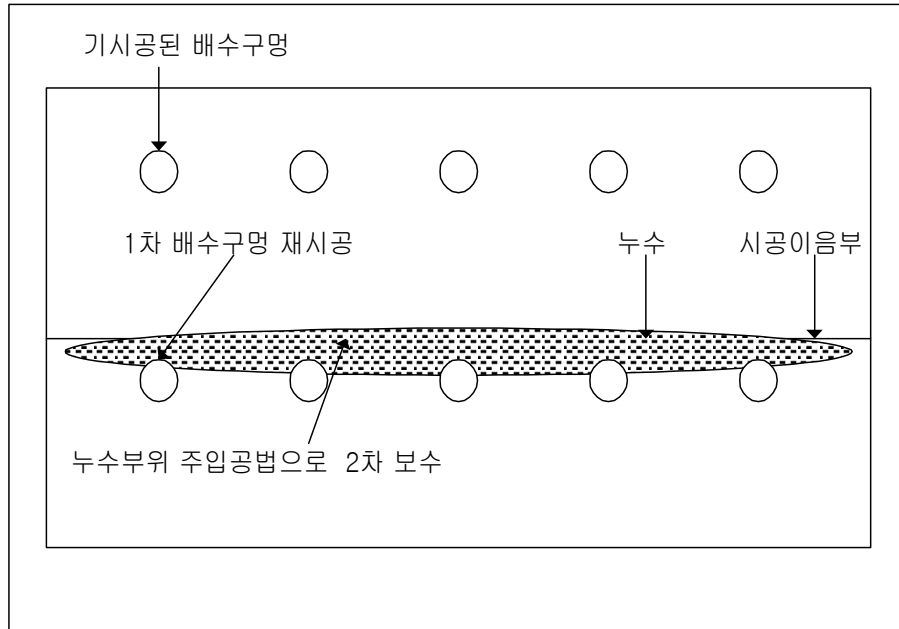
여수로 2련 BOX, OUTLET CHUTE 1련 BOX 구간의 주요손상은 균열, 백화, 재료분리이며, 이 구간은 구조적으로 하중을 받는 구간이기 때문에 구조적인 손상인 균열은 폭에 따라 주입공법과 면보수공법이 필요하고 나머지 비구조적 손상은 여수로 시설물의 내구성과 사용성 확보에 큰 영향을 끼치지 않기 때문에 우선적 보수는 필요치 않으며, 정기적인 관찰 후 보수가 필요한 것으로 판단된다.

다. 감세지

감세지 구간의 주요손상은 시공이음부 누수, 백화이다.

누수의 경우 콘크리트의 열화 진행속도를 증가시키고, 철근의 부식을 촉진시켜 구조물의 나쁜 영향을 끼치므로 조속한 조치가 요망된다.

현재 감세지구간의 누수부위 상단에 배수공이 기설치되어 있으나, 기능을 발휘하지 못하기 때문에 1차적으로 누수부위 하단에 배수구멍을 설치하여 유도배수를 하고 누수부위에 대해 주입공법으로 보수실시하며, 나머지 손상에 대해서는 정기적으로 관찰한 후 보수가 필요한 것으로 판단된다.



【그림 8.2】 감세지 배수구멍 시공위치

라. 방수로

방수로 구간의 주요손상은 균열, 누수, 백화, 감세공 탈락 손상이며, 누수의 경우 콘크리트의 열화 진행속도를 증가시키고, 철근의 부식을 촉진시켜 구조물의 나쁜 영향을 끼치므로 조속히 보수가 요망된다. 1차적으로 누수부위 하단에 배수구멍을 설치하여 유도배수를 하고 누수부위에 대해 주입공법으로 보수를 해야 된다. 또한 감세공 탈락부위는 재시공하고, 비구조적 손상인 균열 및 백화는 여수로 시설물의 내구성과 사용성 확보에 큰 영향을 끼치지 않기 때문에 우선적 보수는 필요치 않다고 판단된다. 또한 유수의 흐름을 방해하는 장애물을 조속한 시일내에 제거해야 한다.

8.2.4 취수시설

가. 유입구

통관 유입구의 Mouth부의 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태로 조사되어 보수·보강 사항은 없다.

나. 유출구, 밸브실

밸브실의 현 상태는 철재 시설들의 부분적 발청이 되어 보수·보강이 필요하며, 유출구의 상태는 양호하여 보수·보강 사항이 없다

침 부 #4

8.4 보수·보강공법 비교 및 선정

8.4.1 보수공법 소개

가. 리플래시

본 신기술은 습윤면에 대한 고품질의 방식 및 보수공사를 위하여 습윤환경하에서 장기 부착강도가 우수한 무기질 단면피복재(RH 방식 피복재)를 개발하고, 항균성 개질재(RH 프라임)와 복합하여 시공하므로써, 기존에 취약했던 화학적 부식에 대한 유지관리기술을 정립하여 하수암거시설, 화학공장시설, 항만시설 등에 활용할 수 있도록 하였다.

무기질 단면피복재(RH 방식 피복재)에서 방식층을 형성하기 위한 무용제형 친수성폴리머와 고강도 실리카 및 미립분 시멘트, 폴리아민계 경화제를 혼합하여 제조하며 항균성개질재(RH 프라임)는 화학적 침식을 유발하는 세균 발생을 억제하는 항균성 기능과 알카리 환경부여, 표면부착강도 증대 등의 기능을 가진 개질재이다.

기술의 범위는 다음과 같다.

1. 습윤면에서 방식층을 형성하기 위한 무용제형 친수성 폴리머와 고강도 실리카 및 미립분시멘트, 폴리아민계 경화제를 혼합하여 무기질 단면피복재(RH 방식 피복재)를 제조하는 기술.
2. 화학적 침식을 유발하는 세균의 발생 억제형 항균성개질재(RH 프라임)와 무기질 단면피복재(RH 방식 피복재)를 사용하여 RC 구조물의 화학적 부식부위를 방식·보수하는 기술.

나. 리폼시스템

본 기술은 일반 노출 및 수중 열화콘크리트를 방식, 보수, 보강하는데 있어서 비정질의 실리카를 이용하여 그 동안 소홀히 다루어 왔던(재료 및 기술부재) 콘크리트 구체 내부의 철근 방청은 물론 열화된 콘크리트를 철저히 강화시킨 후, 일반 노출 열화 콘크리트 부위에는 개발된 특수 가넷혼입 수성아크릴 폴리머 몰탈과 콘크리트를, 수중 콘크리트 부위에는 VOC삭감형 수중접착 에폭시 몰탈과 콘크리트를, 단면적의 1/10~1/5로 도포하여 기존 열화된 콘크리트의 압축강도와 굴곡강도를 높여 방식, 보수, 보강한 후 외부 환경 여건에 따라 수성 에폭시를 마감층으로 하여 현재 쓰고있는 에폭시 주입의 문제점인 철의 부식과 콘크리트 중성화에 따른 접착문제 및 조기 열화를 방지하여 기존의 토목 건축물의 수명을 늘려 유지관리를 할 수 있으며 강모래 대

신 해사를 써서 문제가 되고 있는 콘크리트의 보수, 보강과 교량, 터널, 복개천, 운동장등 구조물에 대한 모든 콘크리트를 환경과 열화 원인별로 방식, 보수, 보강하는 공법이다.

기술의 범위는 다음과 같다.

1. 비정질의 실리카를 이용하여 콘크리트 구제를 강화한 후, 가넷혼입 수성아크릴 폴리머 몰탈과 VOC 삭감형 수중 접착 에폭시 몰탈로 피복하고 강력 수성 에폭시로 마감하는 복합화 수중 및 일반 노출 콘크리트 방식, 보수, 보강공법.
2. 가넷혼입 수성아크릴 폴리머몰탈, VOC 삭감형 접착 에폭시 몰탈 배합 공법.

다. 리프리트

국내의 콘크리트 내구성 저하문제는 해사, 제설재와 같은 염화물에 의한 「염해」 문제와, 노후화 및 매연가스, 산성비 등에 의한 「중성화」문제로 크게 나눌 수 있다. 콘크리트가 염해 및 중성화의 피해를 입게 되면 철근이 부식되고, 체적이 팽창하여 콘크리트에 균열이 발생되며, 방치하면 박리 후 구조물이 붕괴까지 이르게 된다. 본 공법은 염해 및 중성화로 손상된 RC구조물의 내구성을 복원시키는 보수공법으로, 방청도포재는 박막형이고 뿔칠시공이 가능하여 시공성능이 우수하다. 또한, SBR계 단면복구재는 신·구 콘크리트면에서의 계면접착성과 치수안전성이 우수하고 1회 바름 두께가 커서 시공성 및 경제성이 개선되는 특징이 있다.

기술의 범위는 다음과 같다.

1. 중성화와 염해를 받아 철근이 부식된 부위에 시멘트계 방청도포재를 도포하여 부식을 방지 하고, 표면을 보호하는 재료 및 공법.
2. 염해 또는 중성화로 단면이 결손된 구조물의 단면 결손부에 대하여 SBR계 단면 복구재를 사용하여 결손부를 단면 복구하는 재료 및 보수공법
3. 상기 1,2항을 복합적으로 사용하는 재료 및 보수공법 시스템.

8.4.3 공법선정 및 선정이유

서울대공원내 조절저수지에 대하여 기점검 결과와 지적사항을 토대로 현장조사를 실시하였고 손상에 대한 보수공법(①리플래시공법, ②리폼시스템공법, ③리프리트공법, ④재래식공법)을 적용성, 시공성, 경제성 등을 비교검토 하여 다음과 같은 결론이 도출되었다.

공법비교(안)에서 제시된 리폼공법, 리프리트공법은 국내 보수·보강 현장에 적용된 시공실적이 아주 많은 반면, 리플래쉬공법은 가장최근에 개발된 공법으로 시공실적 면에서 다른 공법에 비해 다소 떨어진다.

제시한 신기술공법중, 리프리트공법은 염해에 노출되어있는 구조물(항만시설등)에 특히 유효한 공법으로 판단되고, 리폼공법의 경우는 일반적인 콘크리트 중성화 및 열화등의 손상에 적용성이 높다고 판단된다.

따라서, 일반적인 콘크리트 구조물 보수공사에 적용성 및 품질이 우수하고 비교적 경제적인 리폼공법을 추천한다.

첨 부 #5

3.3 주요 부재별 외관조사 및 결과

3.3.1 댐체의 외관조사 및 결과

댐체의 외관조사는 댐마루, 댐사면 등에 대하여 수준측량과 사면의 기울기 조사, 댐마루, 사석의 외관조사, 댐 양안부의 외관조사를 통해 손상의 유무를 조사하였다.

조사 항목	손상발생 여부	비 고
댐체의 누수의 위치, 발생량, 흔탁상태, 발생량의 변화상태	유출수 발생 (진단을 통해 누수확인여부 확인)	본 보고서 수록 4장
댐체의 침하, 부등침하, 토사유실	댐체의 침하, 토사유실 발생	본 보고서 수록 3장
상류사면의 침식, 함몰현상, 세굴	해당 손상 없음	본 보고서 수록 3장
양안부의 지형, 식생상태, 인장균열 접합상태, 누수여부	식생조사(과업중 제거)외 손상 없음	본 보고서 수록 3장
댐체의 매설계기 상태	해당 사항 없음	-
댐체의 식생상태와 유해동물 서식에 의한 손상상태	식생조사(과업중 제거)외 손상 없음	본 보고서 수록 3장
댐사면의 기울기상태, 풍화상태, 함몰상태,	- 기울기상태 양호 - 사석의 풍화손상 없음 - 사석의 함몰손상 없음	본 보고서 수록 3장

【표 3.2】 댐체 외관조사 세부점검 항목

가. 댐마루, 댐사면의 수준측량

- (1) 댐마루, 댐사면의 수준측량은 레벨을 이용하여 측정하였으며, 설계도서를 토대로 여수로 접근수로의 Weir상부 지반고를 기준으로 체체의 레벨을 20m간격으로 측정하였다.
- (2) 댐마루의 수준측량 결과를 설계도면과 비교한 결과 댐체의 양안부는 13cm ~ 30cm정도의 잔류여성토가 조사되었고, 댐체 안쪽은 67cm ~ 74cm정도의 압밀·침하된 상태로 진단을 통해 구조적안전성, 사용성에 대한 검토와 성토여부 및 시기에 검토가 필요한 것으로 판단된다.
- (3) 댐 사면의 수준측량 결과 (-)11cm ~ 80cm, (+)13cm ~ 34cm 정도의 차이로 측정고가 조사되었다. 계획고와 차이가 크게 발생되지 않은 점을 미루어 볼 때 침하나 변형이 허용범위 이내인 것으로 판단된다.

첨 부 #6

9.2.4 점검 및 진단주기와 주요조사항목

본 점검대상인 서울대공원내 조절저수지 시설물은 준공 후 19년이 경과한 것으로서 향후 공용기간 중 유지관리에 의한 시설물의 관리가 필요한 시설물이다. 따라서 본 시설물의 공용기간 중에는 다음 【표 9.1】의 점검주기 및 주요조사항목에 대한 지속적인 점검을 실시하여 시설물의 안전성과 내구성을 유지하여야 할 것으로 판단된다.

점검종류	점검주기	주요조사항목	비고
정기점검	반기 1회	- 박리, 균열, 박락, 세굴, 사용하중, 누수, 침하, 변형 등에 관하여 전회 점검시와의 변형, 변위, 진행 상태	
정밀점검	2년 1회	- 설계도서 검토 - 형상검사(규격, 변위, 변형, 침하 등) - 상태검사(파열, 손상, 부식, 균열, 누수, 열화 등) - 현장시험, 측정(강도, 철근덮개, 철근부식, 중성화 등)	
긴급점검	손상점검 특별점검	- 손상의 정도, 보수의 긴급성, 보수작업의 규모, 주요 보조부재의 내하력, 사용제한 여부등	
정밀안전진단	필요시	- 구조물의 노후화, 손상정도, 초기 및 정기점검 상태로부터의 변화 확인 - 붕괴유발부재에 대한 내하력 검토 등	

【표 9.1】 점검주기 및 주요조사항목

첨 부 #7

제 7 장 상태 평가

7.1 개 요

7.1.1 상태평가 평가기준

가. 개 요

현장 조사자에 의해 관찰된 시설물의 외관상태를 이용해서 내업자가 시설물의 상태에 대해 평가하고자 할 때, 조사 기록을 통해서 시설물의 외관 상태를 일목요연하게 시각적으로 판단할 수 있고, 또한 보수 물량을 효과적으로 산출할 수 있어야 한다. 이러한 목적을 위해서 시설물의 상태는 다음에 설명하는 각 부재별 조사망에 기입하도록 한다.

조사망을 통해 내업자가 시설물의 상태를 종합적으로 판단할 수 있도록 각 조사망에는 관찰자가 관측할 수 있는 모든 부재의 상태를 기입하는 것을 원칙으로 한다. 부위별 손상에 대한 기입을 각 손상을 의미하는 범례를 사용하여 손상부위 만큼의 칸에 기입한다. 만일 조사망에서 한 개의 칸에 중복된 손상이 있을 경우에는 원칙적으로 시설물의 상태에서 가장 심각한 손상 한가지만을 기입하도록 한다.

각 항목의 평가 기준은 정상적 판정에 의하여 5단계로 적용하여 다음 【표 7.1】 상태평가표와 같다.

등 급	내 용	비 고
A	문제점이 없는 최상의 상태	
B	경미한 손상의 양호한 상태	
C	보조 부재에 손상이 있는 보통의 상태	
D	주요 부재에 진전된 노후화 (강재의 피로균열, 콘크리트의 전단 균열, 침하등)로 긴급한 보수·보강이 필요한 상태로 사용 제한 여부를 판단	
E	주요 부재에 심각한 노후화 또는 단면손실이 발생하였거나 안전성에 위협이 있어 시설물을 즉각 사용금지하고 개축이 필요한 상태	

【표 7.1】 상태평가 평가기준

7.1.2 상태평가 총괄표 작성방법

조사망에 기입된 시설물들의 상태를 정량적으로 정리할 수 있도록 총괄표를 기입한다. 총괄표는 시설물의 상태 판정시에 기초자료로 활용되고, 시설물 유지관리에 있어서 매우 중요한 자료이므로 정확하게 작성한다. 표에서 외관상태 내용에는 각 부재에서 대표적인 손상의 내용을 기입하거나 손상의 상태를 기입한다. 각 등급별 분포에는 조사된 등급이 해당하는 조사항의 단위 셀(CELL) 혹은 단위길이 개수를 기입한다. 대표등급은 등급별 분포 중에서 하위 30%에 해당하는 등급을 기입한다. 예를 들어 구조물의 등급이 A~E까지 각각 20%의 등급별 분포를 가지고 있다면 하위 30%에 해당하는 등급은 D등급이며, 이 값이 그 구조물의 대표등급이 된다.

첨 부 #8

10.2 시설물별 소결

시설물명	소 결	비 고
댐체	<ul style="list-style-type: none"> -정밀안전점검 결과 댐마루의 침하,압밀이 진행된 상태로 차후 진단을 통해 구조적안전성, 사용성에 대한 검토와 성토 여부 및 시기에 검토가 필요한 것으로 판단된다. -차후 진단을 실시하여 저수지내의 퇴사량으로 인하여 갈수기(3~5월)내 공원 사용수량의 확보여부와 홍수조절능력의 저하로 홍수기에 수위가 위험수위까지 상승되는지 여부를 검토하고 하천 유입량과 유역조사, 유효저수량과 여수로의 홍수시 수문의 홍수조절 능력을 검토하여 준설의 필요성과 준설시기를 판단해야 한다. -댐체의 하류저부의 유출수에 대하여 정밀안전진단을 통하여 체체의 누수량과 허용안전성을 검토,해석 하여 용출수의 대한 정확한 확인이 필요하다. -댐 사면과 댐 양안부의 식생을 정기적으로 제거하여 댐체의 안전을 확보한다. 	
여수로	<ul style="list-style-type: none"> -여수로의 손상에 대하여 향후 안전진단과 관계없이 빠른 시일내에 보수우선순위에 의하여 보수를 실시한다. -유입구측과 방수로 부의 덩불(나무토막 또는 그루터기)은 유수지장을 초래할 것으로 우기 전에 반드시 제거하여야 한다. -차후 진단을 실시하여 여수로의 수문검토가 필요하다. 	
취수시설	<ul style="list-style-type: none"> -차후 진단을 실시하여 복통관의 퇴사도에 대하여 준설여부와 시기결정의 판단과 보조통관의 위치를 탐사장비를 이용하여 확인하고 Valve chamber의 통관 및 valve류의 발청처리와 유지관리가 필요하다. -유지관리 차원에서 2년에 1회씩 정밀점검 및 정밀진단을 통해 유입구 및 유출구의 상태를 조사하여 손상 발견시 적절한 보수조치를 하여야 한다. 	

10.3 종합 결론

서울대공원내 조절저수지에 대한 정밀안전점검 용역 결과 시설물의 상태는 비교적 양호하나 조속히 수리학적 추가조사 및 내구성, 사용성조사를 포함한 정밀안전진단을 통해 댐체의 안전성(침하량)과 취수시설의 안전성, 저수지의 홍수조절능력 검토(수문검토, 토사량검토), 유출수의 원인(누수량)에 대하여 검토하고 향후 예방적 차원에서 지속적인 점검과 진단의 결과에 따라 적절한 보수 및 유지관리가 이루어 진다면 안전성과 사용상을 확보될 것으로 판단된다.

첨 부 #9

9.3 시설물별 유지관리 방안

9.3.1 댐체

- 1) 조절지 제체 상·하류사면의 무성한 식생(덤불)은 제체의 손상 유발을 발생시키고 또한, 유지관리상 점검 및 육안 조사시 확인이 어려워 정기적으로 식생(덤불)을 제거하여 손상 유발을 방지하고, 점검 및 육안조사가 항상 용이하도록 관리해야 한다.
- 2) 조절저수지의 유지관리 및 정밀안전진단을 위해 저수지의 저수위 DATA의 축적이 필요하므로 차후 진단시 유역면적, 유입량, 수문해석 등의 검토후 상류측 저수지내에 수위표 설치하여 정기적으로 저수위측정이 필요하다.
- 3) 저수지내의 퇴사량으로 인하여 갈수기(3~5월)내 공원 사용수량의 확보여부와 홍수조절 능력의 저하로 홍수기에 수위가 위험수위까지 상승되는지 여부를 검토하고 하천 유입량과 유역조사, 유효저수량과 여수로의 홍수시 수문의 홍수조절 능력을 검토하여 준설의 필요성과 준설시기를 판단해야 한다. 또한 유지관리 차원에서 우기전에 저수지내의 수위를 낮춰 홍수를 대비하고 계곡부의 토사유입을 방지하기 위해 침사지 설치여부를 검토해야 한다.
- 4) 차후 정밀안전진단을 통해 댐체의 물성시험, 저수위측정, 용출수량 측정, 댐마루 침하량 등의 조사를 통하여 댐체의 안전성에 대하여 검토가 필요하다.

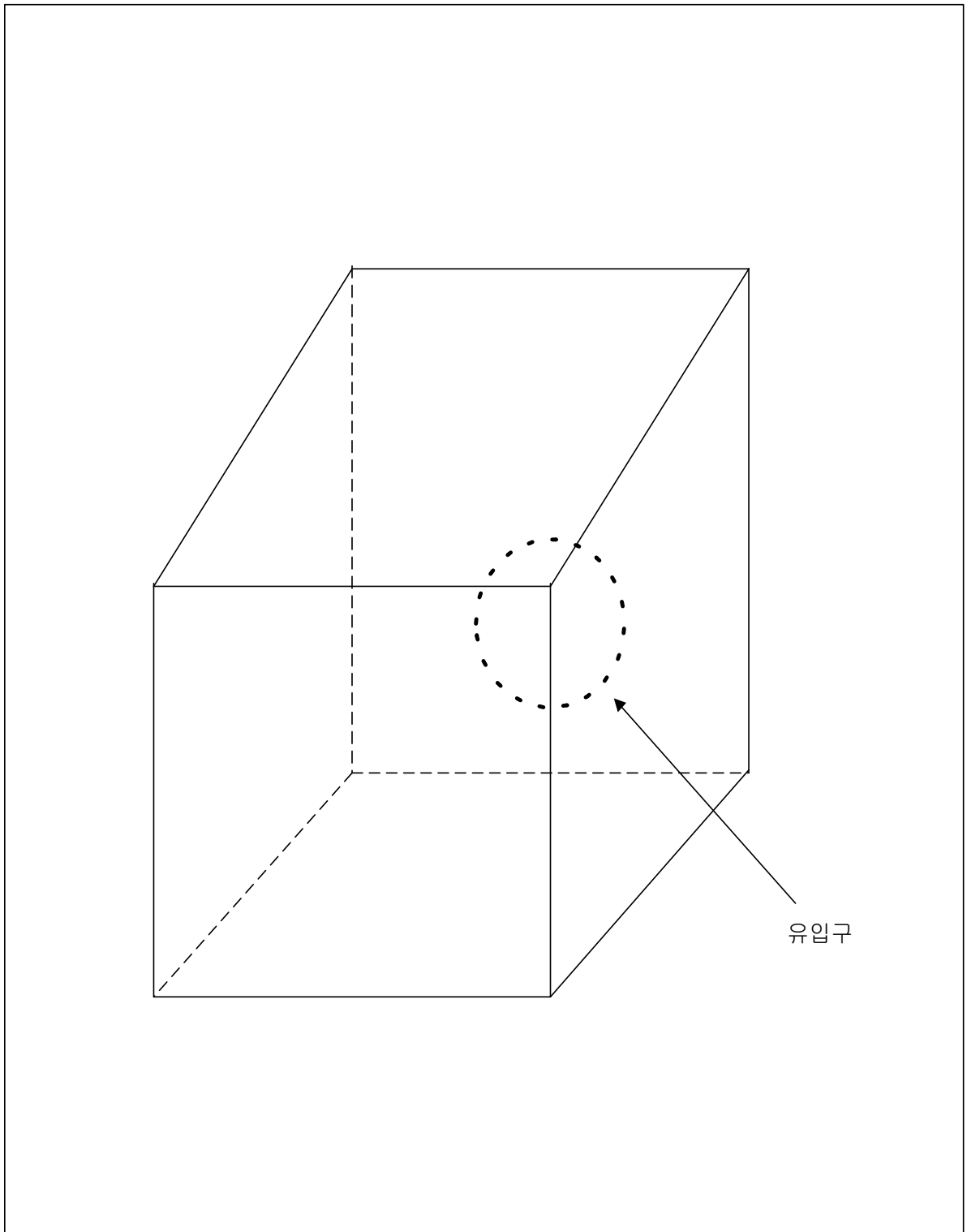
9.3.2 여수로

여수로 콘크리트 시설물의 손상과 방수로, 감세지의 누수손상은 보수방법은 8장 보수·보강 방안에서 언급하였고, 나머지 손상은 댐체의 사용성 및 내구성에 영향이 적은 비구조적인 손상이므로 손상의 진행여부를 정기적으로 관찰한 다음 보수 필요시 보수를 실시하도록 한다. 또한 유입구측과 방수로 부의 덩불(나무토막 또는 그루터기)은 유수지장을 초래할 것으로 우기 전에 반드시 제거하여야 한다.

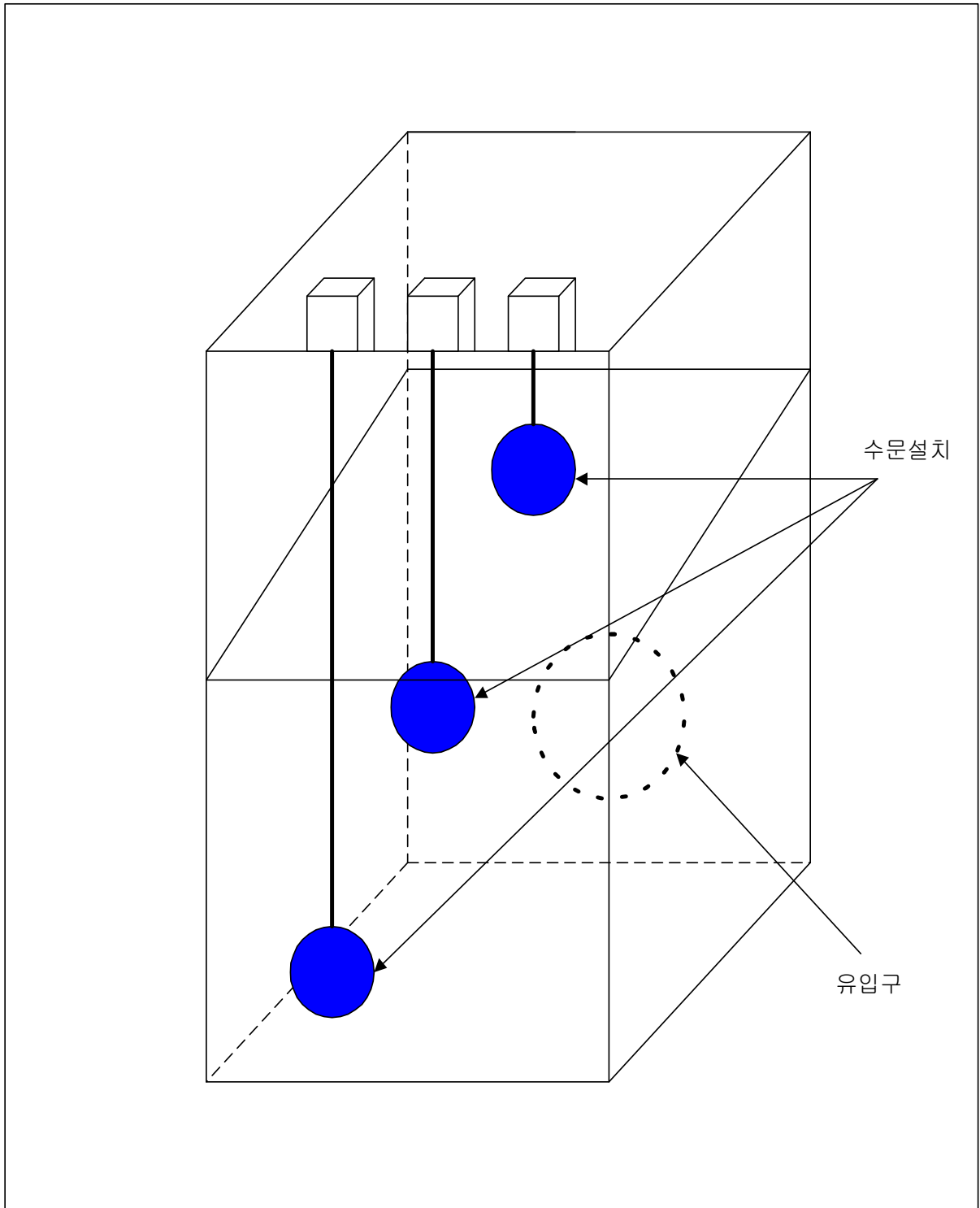
9.3.3 취수시설

- 1) 통관 유입구의 Mouth부는 유지관리 차원에서 2년에 1회씩 정밀점검 및 정밀진단을 통해 유입구 및 유출구의 상태를 조사하여 손상 발견시 적절한 보수조치를 하여야 한다.
- 2) 현재 유입구의 위치가 저수지내 하단저부에 설치되어 이로 인해 공원사용수의 상태가 이토가 함유된 상태로 수질이 매우 좋지않으며, 시설물의 사용에 있어 효용성이 떨어진다고 판단된다. 따라서 다음 그림과 같은 취수탑을 설치여부를 검토하여, 시설물의 효용성

증대와 수질개선을 시켜야 된다고 판단된다.



【 그림 9.2 】 취수탐 및 수문설치전



【 그림 9.3 】 취수탑 및 수문설치후

9.3.4 댐체 하류저부

1) 현재 댐체 하류저부에서 유출(용출)로 보이는 유수가 댐체 하류저부 10m거리 통관 Valve chamber 부근에서 조사되어 그 원인과 유량 확인조사가 필요하여 과업수행시 유량조사 장치를 설치하여 저수지의 수위와 유출수량을 비교하여, 그 상관관계를 조사하였다. 그러나 지면 바닥에서 용출(샘)되어 지면으로 흐르는 것으로 일반적인 직접유속 또는 유량측정은 곤란하여 Weir를 설치하여 장기간 주기적으로 측정하여, 정밀 안전진단시 Data(자료축적)이 필요하다. 용역기간내에는 용역사가 용역기간후에는 관리주체가 유량을 측정하여 그 유량 변화로 제체의 누수량을 해석·검토한다. 유출수량의 해석은 유량의 변화가 과도할 경우나, 정기적(5년)으로 정밀안전진단을 통하여 제체의 누수량과 허용 안전성을 검토,해석하여 용출수의 대한 정확한 원인에 대하여 확인이 필요하다.

◎측정 주기 및 방법

- ① 측정요소 : a) Dam 수위
b) Weir 유량
c) 우량 (기상자료)
- ② 측정주기 : a) 강우 직전일과 강우 1~2일 후
b) 월 1회 이상

◎유량산정 적용공식

: Weir를 이용한 유량산정 공식은 Strickland식과 누마지 공식을 이용하여 산정한다.

- ① Strickland 공식 ($B=4h+0.3m$, $h \geq 0.05$, $h_d \geq 4h$)

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{2g} \left(0.565 + \frac{0.0087}{\sqrt{h}} \right) h^{\frac{5}{2}} \quad (m^3/sec)$$

- ② 누마지 공식 ($h_d > 0.1m$, $B=0.3m$, $h=0.26m$)

$$Q = \left[1.356 + \frac{0.004}{h} + \left(0.13 + \frac{0.2}{0.27 + hd} \right) \right] \times \left(\frac{h}{B} - \left(0.1 - \frac{0.003}{0.024 + hd} \right) \right) \times h^{\frac{1}{2}} \quad (m^3/sec)$$

2) 현재 댐체 하류저부에 일반인들의 통행이 빈번하다. 댐체 하류저부에는 조절저수지의 각종 부대시설과 유량조사 장치가 있다. 일반인들의 조작의 우려가 있으므로, 시설물의 유지관리와 일반인들의 안전을 위하여 댐체 하류부에 출입통제(Fence설치)가 필요하다.

침 부 #10

침 부 # 1 1

1.3 과업수행 방법

1.3.1 사전조사 및 준비

사전조사는 자료조사와 현장답사의 순서로 진행하며, 사업책임자와 조사요원이 실시한다. 관련자료조사, 기점검 및 진단자료를 통하여 기본점검자료를 작성하고, 현장답사 결과에 의해서 정밀점검의 범위 및 방법을 결정하고, 점검의 전체적인 상세계획을 수립하며, 외관조사에 필요한 적절한 사전준비가 그 목적이다.

구 분	내 용
관련자료조사	1) 설계 및 시공도서 설계서, 공사지, 수리 및 구조계산서, 준공도면, 유지관리지침, 운영관리지침서 등 2) 시설물 관리기록 준공 이후 각종 계측자료 및 운영자료, 안전점검 및 평가기록, 보수공사 이력사항, 시설물 관리대장, 주요 재해 현황 등 3) 각종사진 주요 시공사진, 유지보수 및 안전점검시 촬영된 사진 등
현장답사	① 대상 시설물에 대한 개괄적 현황 파악, 시설물 이용현황, 입지환경 조성 및 외형형상 조사 ② 발주처의 의견 수렴

【 표 1.2】 과업 수행방법

1.3.2 현장준비

- ① 조사범위 및 항목결정
- ② 기존점검 자료 검토
- ③ 분야별 소요인원 및 구성
- ④ 재료시험 실시에 대한 적정성 여부 판단
- ⑤ 점검기간 및 계획된 작업시간 예측
- ⑥ 점검범위 및 안전성에 대한 판단
- ⑦ 점검장비 선정
- ⑧ 점검종사자 안전
- ⑨ 기타 점검자와 관리주체가 필요하다고 판단되는 사항