
제10장 배 수 펌 프 장

10.1 관리일반

10.2 현장조사

10.3 재료시험 항목 및 수량

10.4 상태평가기준 및 방법

10.5 안전성평가기준 및 방법

10.6 종합평가기준 및 방법

10.7 보수 · 보강 방법

제10장 배수펌프장

10.1 관리일반

10.1.1 적용 범위

본 장은 「법」 제2조(정의)의 규정에서 정하고 있는 시설물 중 배수펌프장 시설물에 적용한다.

○ 제1종시설물

- 특별시 및 광역시에 있는 국가하천의 배수펌프장

○ 제2종시설물

- 제1종시설물에 해당하지 않는 배수펌프장으로서 국가하천의 배수펌프장
- 특별시, 광역시, 특별자치시 및 시에 있는 지방하천의 배수펌프장

※ “배수펌프장”이란 「하천법」 제2조제3호나목에 따른 배수펌프장과 「농어촌정비법」 제2조제6호에 따른 배수장을 말하며, 빗물펌프장을 포함한다.

※ 동일한 관리주체가 소관하는 배수펌프장과 연계되어 있는 수문 및 통문은 배수펌프장에 포함된다.

배수펌프장 시설물의 특성에 따라 본 장의 서식을 적절히 응용하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하며, 본 장에서 제시되지 않은 사항은 다음의 법규나, 기준을 따른다.

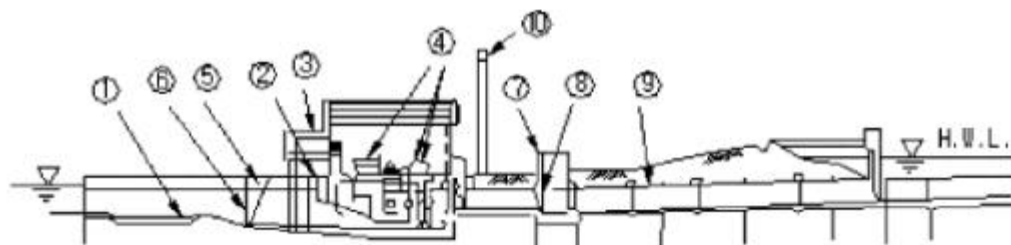
- 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙
- 건설기준코드(구 콘크리트 구조기준)
- 건설기준코드(구 콘크리트 표준시방서)
- 배수펌프장 관리 및 운영 지침
- 하천 유지·보수 매뉴얼
- 건설기준코드(구 하수도 시설기준)
- 건설기준코드(구 하천설계기준)
- 건설기준코드(구 댐 설계기준)
- 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)
- 국토교통부 발행 각종 관련 건설기준코드(구 표준시방서 등)

한편, 본 장에서 기술된 내용과 다르더라도 널리 알려진 이론이나 시험에 의해 기술적으로 증명된 사항에 대해서는 발주자와 사전 협의하여 적용할 수 있다.

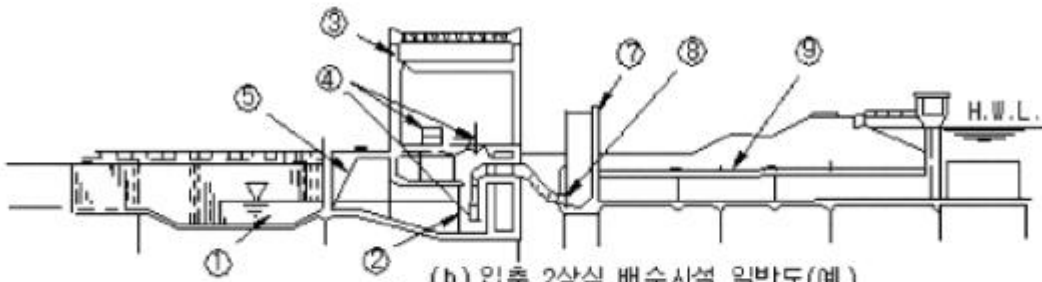
10.1.2 용어 정의

- 배수펌프장(배수장)
 - 자연배수만으로 불충분하거나 불가능한 경우에 배수펌프를 설치하여 배수하는 시설
- 빗물펌프장
 - 우천시에 지반이 낮은 지역에서는 자연유하에 의해 우수를 배제할 수 없으므로 배수구역내의 우수를 방류지역으로 배제할 수 있도록 설치하는 시설
- 상부시설
 - 펌프실, 조작실, 전기실, 관리실, 사무실 등에 빗물이 침입하지 않도록 설치한 철근콘크리트 및 철골 구조물
- 본체시설
 - 흡수조, 지하펌프실, 냉각수조, 연료저장실 등으로 구성된 철근콘크리트 및 철골 구조물
- 흡수조(흡입수조)
 - 펌프의 흡수를 위하여 흡입관 또는 펌프를 수중에 잠기게 한 구조물
- 유입수로
 - 우수지 또는 흡수조로 유수가 흐를 수 있도록 만들어진 구조물
- 침사지
 - 우수 중 토사를 침전시켜 펌프 마모 및 손상 등을 방지하기 위하여 흡수조 앞에 설치한 구조물
- 펌프시설
 - 펌프시설은 오수의 양수 및 우수의 양수와 배수를 하는 것으로 펌프장의 주요설비
- 스크린 및 제진기
 - 우수 중 부유물과 쓰레기가 유입되지 않도록 하는 스크린과 스크린 사이의 이물질 제거하는 제진기로 구분되며 흡수조 유입구에 설치하는 시설물
- 우수지
 - 홍수 시 저지대의 우수를 일시 저류시키기 위한 시설물로서 유입수를 일단 체류시켜 펌프에 의해 제외지로 강제 배출시키거나 자연유하로 배출되게 함으로써 홍수조절 기능을 수행하는 시설물
- 유입수문
 - 펌프장의 입구에 설치되어 오수 및 우수의 유입차단, 유량조정 등을 하는 시설물
- 토출수문
 - 토출수조 출구에 설치되는 경우가 많고 외수위로부터의 영향을 배제하기 위한 시설물
- 수문(시투법 대상)
 - 조석의 역류방지, 내수배제, 각종 용수의 취수 등을 목적으로 제방을 절개하거나 본류로 유입되는 지류를 횡단하는 구조물

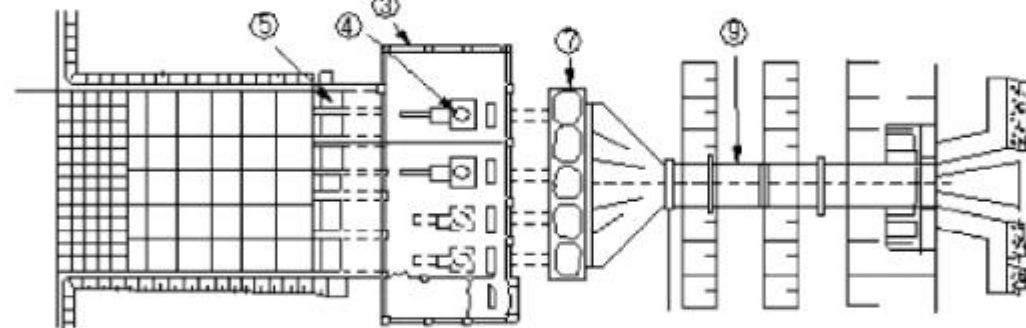
- 통문
 - 제방을 관통하여 설치한 사각형 단면의 문짝을 가진 구조물
- 통관
 - 제방을 관통하여 설치한 원형 단면의 문짝을 가진 구조물
- 전기설비
 - 전기설비는 수변전설비, 배수펌프모터 및 부속설비, 비상발전설비, 피뢰설비 등의 설비로써, 운전·정지시 인체 및 각종기기를 보호하기 위한 설비를 말함
- 토출수조
 - 배수펌프장 본체와 배수문·관 사이에서 펌프에 의해 배출된 물을 정수압으로 배수하기 위해 설치하는 구조물
- 추락방지시설
 - 공중(公衆)이 이용하는 난간, 점검로 등의 이용자 안전을 확보하기 위한 시설
- 도로부 신축이음부
 - 도로교량, 도로터널의 차량이동 부위에 온도 등에 따라 늘어나거나 줄어들면서 생길 수 있는 변형 또는 균열을 방지하기 위한 장치(댐, 제방 등 시설물은 부대 시설에 포함된 도로교량에 한함)
- 환기구 등의 덮개
 - 시설물의 출입구, 환기와 같은 시설물 유지관리 목적으로 보행자 또는 차량이동 구간에 설치된 환기구, 맨홀 등의 덮개(지지구조, 철물, 연결재, 걸침턱 등)



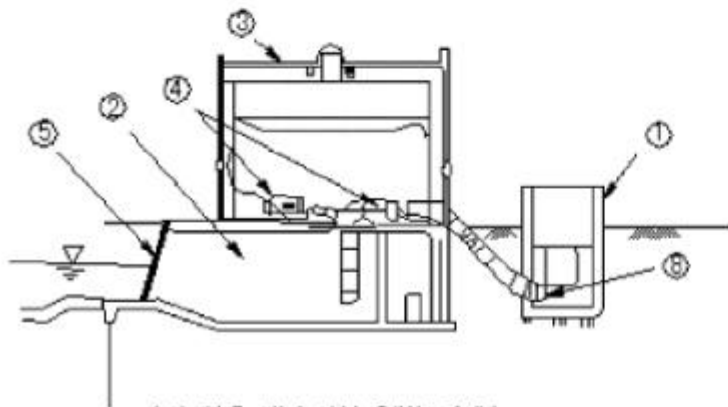
(a) 콘크리트 케이싱 배수시설 일반도(예)



(b) 입축 2상식 배수시설 일반도(예)



(c) 입축 2상식 배수시설 평면도(예)



(d) 횡축 배수시설 일반도(예)

- ① 침사지
- ② 분체시설
- ③ 상부시설
- ④ 펌프시설
- ⑤ 스크린(screen)
- ⑥ 분리대 또는 제어수문
- ⑦ 토출수조
- ⑧ 역류방지판
- ⑨ 통문, 통관
- ⑩ 환기구

[그림 10.1] 배수펌프장 부재의 명칭

10.1.3 안전점검 및 정밀안전진단 대상 시설

배수펌프장 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 범위에 대한 세부적인 대상 시설은 [표 10.1]과 같다.

- ① 기본 시설물을 제외한 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단은 해당 시설물(건축물, 수문, 옹벽, 제방 등)에 따라 실시하여야 한다.
(토목/건축구조물의 구분은 준공도면 등을 통해 구분하며, 명확한 구분이 어려운 경우 책임기술자의 판단에 따라 관리주체와 협의하여 결정한다.)
- ② 대상 시설물은 안전점검 및 정밀안전진단 대가기준에서 해당 시설물에 따라 예산을 확보하여야 한다.
- ③ 부대 시설물 및 기타 시설물이 「영」 제4조에 따른 제1종·제2종시설물에 해당되는 경우에는 「법」 제11조 및 제12조에 따라 제1종시설물은 정밀안전점검 및 정밀안전진단을 실시하여야 하고, 제2종시설물은 정밀안전점검을 실시하여야 한다.

[표 10.1] 배수펌프장 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 대상시설 범위

구 분	시설물명	점검 및 진단 실시범위			비 고
		정기안전점검	정밀안전점검	정밀안전진단	
기본 시설물	◦ 본체시설 ¹⁾	○	○	○	
	◦ 기계·전기 설비	○	○	○	
기타 시설물	◦ 수문 ²⁾	○	○	○	
	◦ 관리동 등 건축물 ³⁾	○			
	◦ 유수지 ⁴⁾	○			
공중이 이용하는 부위	◦ 추락방지시설	○	○	○	
	◦ 도로포장	○	○	○	
	◦ 도로부 신축이음부	○	○	○	
	◦ 환기구 등의 덮개	○	○	○	

주1) 본체시설에는 침사지, 흡수조, 토출수조, 펌프실, 유입수문, 토출수문, 스크린 등을 포함한다.

주2) 배수펌프장에 포함되어 있는 수문은 점검 및 진단 시 제8장 수문편에 따라 안전점검 및 정밀안전진단에 포함하여 실시하여야 하며, 이 경우 대가를 별도로 반영하여 실시하여야 한다.

주3) 토목구조물과 건축물이 일체로 된 경우의 건축물은 기본 시설물에 포함된다.

주4) 기타시설 중 하나인 유수지의 경우 제9장 제방편에 따라 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하여야 하며, 이 경우 대가를 별도로 반영하여 실시하여야 한다.

* 본체 시설물의 안전등급에 영향을 미치지 않는 기타시설물의 경우 종합 평가 시 반영하지 않는다.

10.1.4 중대한 결함 등의 정도

가. 중대한 결함의 적용 범위

배수펌프장 시설물의 구조안전에 중대한 영향을 미치는 것으로 인정되는 결함으로 대통령령으로 정하는 중대한 결함의 적용 범위는 다음과 같다.

다만, 시설물의 전반적인 상태 및 환경 여건에 따라 책임기술자가 조정할 수 있다.

1) 시설물의 기초세굴

○ [표 10.14] 기초세굴에 대한 상태평가기준에서 “e”의 경우

2) 시설물의 철근콘크리트의 염해 또는 중성화(탄산화)에 따른 내력손실

○ [표 10.15]의 탄산화 잔여 깊이 또는 [표 10.16]의 전염화물 이온량 등에 대한 상태평가기준이 “d” 판정으로 [표 10.22]의 철근노출 상태평가기준에서 “e”를 포함하는 경우

3) 펌프의 작동불량

○ [표 10.29]의 펌프의 성능에 대한 상태평가기준이 “d” 이하의 경우

4) 유·토수문의 작동불량

○ [표 10.41]의 유·토수문의 작동여부에 대한 상태평가기준이 “d” 이하의 경우

※ 3), 4)항의 상태변화에 대한 평가유형은 중요결함이며, 1), 2)항의 상태변화에 대한 평가유형은 국부결함으로 분류하고 있다.

나. 공중이 이용하는 부위의 적용 범위

배수펌프장 시설물의 공중의 안전에 영향을 미치는 것으로 인정되는 결함으로 대통령령으로 정하는 공중이 이용하는 부위의 적용 범위는 다음과 같다.

다만, 시설물의 전반적인 상태 및 환경 여건에 따라 책임기술자가 조정할 수 있다.

1) 추락방지시설

○ 추락방지시설에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

2) 도로포장

○ 도로포장에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

3) 도로부 신축이음부

○ 도로부 신축이음부에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

4) 환기구 등의 덮개

○ 환기구 등의 덮개에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

10.2 현장조사

10.2.1 시설물의 점검사항

가. 시설물별 상태변화의 점검항목

1) 토목 구조물

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
침하 / 부상	○ 구조물의 침하나, 부상 정도	
경 사	○ 구조물의 경사 정도	
활 동	○ 구조물의 활동 정도	
기 초 세 굴	○ 구조물 기초의 세굴 정도	
식생 및 퇴적	○ 식생 및 토사의 퇴적 정도	
콘크리트 균열	○ 수밀성 콘크리트의 허용균열폭 ○ 균열 폭 및 면적을	
콘크리트 박리	○ 박리의 깊이 및 면적	
콘크리트 박락 / 층분리	○ 박락 / 층분리의 깊이 및 면적	
철 근 노 출	○ 철근노출 면적	
누 수	○ 누수흔적 및 진행정도	• 콘크리트 부재 • 신축이음 부위
백 태	○ 백태 발생 면적을	
콘크리트 파손	○ 콘크리트 파손 깊이 및 면적을	
신축이음 탈락 / 열화	○ 신축이음 탈락 및 열화 정도	

2) 펌프설비

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
작동 유무 확인	○ 펌프의 정상작동 유무	
펌프베드 기초불량	○ 기초볼트 부식 및 이완, 그라우팅 훼손	
진동 과다 발생	○ 펌프 및 전동기의 진동	
소음 과다 발생	○ 펌프 및 전동기의 소음	

3) 스크린 및 제진기

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
작동 유무 확인	○ 제진기의 정상작동 유무 (운반장치 (Belt Conveyor 등) 작동유무포함)	
설치 상태	○ 스크린바의 부식, 유효목폭, 변형 및 변위 정도	

4) 펌프 장내 배관

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
관체의 손상	○ 부식, 도장탈락 및 누수 등의 손상정도	
관연결부 손상	○ 관연결부의 부식, 누수 및 도장상태	
밸브 손상	○ 밸브본체, 연결플랜지부, 축봉부 등의 외관 및 작동상태 등	

5) 기계 및 전기설비

손상 및 결함		평 가 항 목	비 고
점검대상	대상기기		
수변전 설비	· 특고수전반 · 고압배전반 · 저압배전반	· 외관상태 · 시험 및 측정	· 상세육안점검 · 접지저항측정 · 적외선열화상측정
펌프모터 설비	· 기동반 · 현장조작반 · 콘덴서반 · 배수펌프용 모터	· 외관상태 · 시험 및 측정 · 작동상태	· 상세육안점검 · 절연저항측정 · 접지저항측정 · 적외선열화상측정 · 작동시험 (전압, 운전전류 등)
예비전원 설비	· 비상발전기	· 외관상태 · 시험 및 측정 · 작동상태	· 상세육안점검 · 절연저항측정
피뢰설비	· 수뢰부 · 인하도선 · 접지극	· 외관상태 · 시험 및 측정	· 상세육안점검 · 접지저항측정

6) 유수지

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
식생 및 퇴적 상태	○ 유수지 내 식생 및 토사 퇴적상태 및 장애물의 유무	

7) 공중이 이용하는 부위 점검항목

점 검 대 상	평 가 항 목	비 고
공중이 이용하는 부위	○ 추락방지시설의 상태	
	○ 도로부 포장 및 신축이음부 상태	
	○ 환기구 등의 덮개 상태	
	○ 기타조사	

나. 시설물별 현장조사 및 재료시험의 요령

1) 외관조사망도 구성

개별부재를 하나의 외관조사망도 단위로 구분하는 것을 원칙으로 하고, 길이가 긴 공동구나 옹벽 등과 같은 구조물에 대해서는 책임기술자의 판단에 따라 신축이음부, 불연속면 등을 기준으로 구간 분할하여 작성할 수 있다.

2) 지반(시추)조사

지반(시추)조사는 다음의 경우에 실시하며, 책임기술자의 판단에 의해 결정한다.

- 외관상태 조사 결과 중대한 구조적 결함의 발견
- 구조물에 작용하는 하중조건이 크게 변하였거나, 변화가 예상되는 경우

3) 코어채취

수밀을 요구하는 배수펌프장의 토목구조물 특성과 경제성 및 작업성 등을 고려할 때 코어채취에 의한 콘크리트강도 조사는 과업의 범위 및 내용이나 외관상태 조사결과 또는 비파괴시험에 의한 콘크리트강도 조사결과 등에 따라 관리주체와 책임기술자가 협의하여 코어채취에 의한 콘크리트강도 조사여부를 결정한다.

4) 유수지조사

유수지는 시설물에 따라 물이 채워져 있는 경우가 있기 때문에 기본적인 조사는 육안검사를 통해 식생상태나 부유물 등을 기본으로 실시하며, 물이 채워져 있는 유수지 바닥의 퇴적물에 대한 수중조사는 관리주체와 책임기술자의 협의에 의해 결정한다.

5) 기계설비

(가) 소음·진동 측정

각종 기기 중 구조물에 영향을 미치는 진동을 일으키고 펌프장 운영자의 심신에 스트레스를 유발하는 소음을 발생시키는 주요 기기는 각종 펌프 등으로서 이들의 기기에서 소음·진동이 크게 발생하거나 콘크리트 외관상태 조사 결과 균열 등의 결함이 기기 및 배관의 진동에 의해 발생하는 징후를 보일 경우 이러한 기기 및 배관에 대한 소음·진동치를 측정하여 허용치 초과여부를 확인하고 그 원인을 파악하여 대책을 강구하는 것이 필요하며, 또한, 기기의 소음·진동 정도를 측정함으로써 기기의 상태를 간접적으로 파악할 수 있다.

○ 펌프의 소음측정

- 펌프의 작동유무확인 후 펌프의 부하측, 반부하측 및 모터 반부하측을 기준으로 수평거리 1m에서 측정한다.

○ 펌프 및 배관 등의 진동측정

- 펌프의 작동유무확인 후 기기의 진동측정 회수는 펌프의 부하측 및 반부하측을 수직, 수평, 축방향에 대하여 측정한다.

(나) 배관두께(초음파 측정)

각종 배관들이 부식이나 이음부위의 체결불량 또는 손상 등으로 누수가 이루어질 경우 펌프장의 운영에 막대한 지장을 초래할 뿐만 아니라 안전사고로 이어질 수 있기 때문에 부식발생 우려가 높거나 관내압이 크게 작용하는 배관에 대해서는 관의 두께가 소요두께 이상을 확보하고 있는지를 조사할 필요가 있다.

따라서 각종 배관에 대한 관의 두께조사(초음파 측정)는 배관의 특성 및 상황 등을 고려하여 책임기술자가 실시여부를 정한다.

(다) 스크린 및 제진기의 상태

스크린은 유수에 포함된 부유물질이나 퇴적물이 펌프에 손상을 입히지 못하도록 하는 중요한 시설물로 스크린 바의 부식에 의한 용접두께 감소나 파손 및 변형 등에 의한 용접두께 유효폭을 확보하고 있는지를 조사할 필요가 있다.

(라) 각종 기기(기타설비)의 작동유무확인

배수펌프장의 정밀안전진단 시 각종 기기의 작동유무확인을 실시하여야 할 주요 기기로는 각종 펌프·밸브, 제진기, 수문의 문비, 크레인 및 호이스트 등으로서 이들의 기기에 대한 작동유무확인을 실시한다.

6) 전기설비

(가) 절연저항측정

전기설비에서 누전이 발생되면 감전사고 및 전기화재 발생 우려가 높아 이를 방지하기 위한 대책으로 절연저항측정을 실시하며, 절연저항 측정 시 케이블 인출 단자대에서 케이블과 모터 권선을 일괄 측정하여 절연저하 여부를 판단한다.

수변전설비에서 중요도가 높은 차단기, 변성기, 기동리액터 등의 3상전력설비를 절연저항계를 사용하여 절연상태를 조사하여야 한다.

(나) 접지저항측정

접지란 전기설비를 대지와 전기적으로 접속하여 대지의 전위와 동일하게 하는 것으로써, 전기설비에서 가장 기본적인 안전대책이다. 접지저항 측정은 기본적으로 전위강하식(현장여건에 따라 후크온식) 접지저항계를 사용하여 해당 접지단자함 또는 접지간선에서 측정하며, 관련기준에서 제시하는 기준값 이하를 유지하는지 여부를 판단한다.

(다) 적외선열화상측정

전기설비에서 과부하, 접촉불량, 불평형전류 발생 시 설비에 이상발열이 발생하므로 운전상태의 전기설비를 적외선열화상카메라로 촬영하여 이상 여부를 판단한다.

(라) 작동유무확인

배수펌프장의 모터설비는 가장 중요한 핵심설비로써, 운전 시 전압강하 및 과부하 여부를 판단하기 위한 시험으로, 전력분석기를 사용하여 공급전압, 운전전류를 측정하여 이상 여부를 판단한다.

7) 공중이 이용하는 부위 조사

책임기술자는 추락방지시설, 도로부 포장 및 신축이음부, 환기구 등의 덮개와 같은 공중이 이용하는 부위가 대상시설물에 해당되는지 여부를 확인하고, 해당 부위의 결함 조사를 실시한다.

단, 시설물에 공중이 이용하는 부위가 해당하지 않는 경우 책임기술자의 판단에 따라 조사부위를 제외할 수 있다.

대상시설물에 해당되는 공중이 이용하는 부위는 숙련된 점검자의 육안조사 또는 점검 로봇 등 활용한 외관조사 및 영상분석(법 시행령 별표 10의14)을 활용하여 결함 및 파손 등을 점검하고 각 평가항목 및 기준에 따라 중대한 결함 등의 해당 여부를 검토하여야 한다.

조사된 결함 및 파손 중 중대한 결함 등이 발견된 경우는 해당부위의 외관조사망도 및 사진대지를 작성하여 「법」 제22조제2항에 따라 관리주체에게 통보하여야 한다.

10.2.2 시설물 외관조사 요령

가. 토목, 건축 및 부대 시설물의 외관조사 요령

「공통편」 3.9항의 규정과 다음의 시설물별 실시 내용에 따라 현장조사와 구조물의 특성을 고려하여 필요한 현장조사 및 실내시험을 실시한다.

일반적인 조사항목은 외관조사항목, 내구성조사항목, 기타항목으로 구분하여 제시하면 다음 [표 10.2]와 같다.

[표 10.2] 배수펌프장의 일반적인 조사항목

외관조사항목	내구성조사항목	기 타 항 목
○ 콘크리트 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태, 누수, 파손, 신축이음 탈락 및 열화, 방수.방식도장 열화 및 탈락 등 ○ 강재(기기) 부식, 피로균열, 도장손상 등 ○ 구조물 변형, 세굴, 침하 등	○ 콘크리트강도 비파괴시험 (반발경도법, 초음파법 등) - 국부 파괴시험 (코어채취시험법) ○ 철근탐사 배근간격, 피복두께 등 ○ 콘크리트 탄산화깊이 ○ 콘크리트 염화물함량 ○ 철근부식도 ○ 콘크리트 물성 및 미세구조	○ 유수지, 침사지 및 흡수조의 퇴적물 조사 ○ 각종 기기의 작동유무확인

1) 본체시설(흡수조, 지하펌프실, 냉각수로, 연료저장실 등)

(가) 정밀안전점검 조사요령

- 구조물에 대한 노후화를 점검하기 위하여 육안정밀조사로 콘크리트 구조물의 균열, 박리, 층분리, 박락, 백태, 누수, 철근부식 등 손상상태와 강구조물의 부식도장상태를 점검하고 손상부위에 대한 설명과 개략도를 포함한 간단한 입체단면도와 평면도에 손상의 형태와 치수를 기록 정리한다. 단 물에 잠긴 부위의 경우 조사범위에서 제외하며 물에 잠긴 부위의 상세조사는 수중조사를 통해 수행한다.
- 노출된 콘크리트 및 강 구조물의 취약부위에 대하여 중점적으로 비파괴시험을 실시하여 구조물의 손상과 노후도의 상태를 점검한다.
- 콘크리트 구조물에 도장 또는 도막을 한 경우에는 도막상태를 점검한다.
- 스크린 및 펌프설비 구조물의 기계가동 시 진동에 의한 균열 등의 발생여부를 점검한다.
- 홍수 등 갑작스런 유입수량 증가에 따른 구조물의 침수에 대비한 시설물의 이상여부, 부식 및 작동상태를 점검한다.
- 시설물의 부등침하 또는 양압력 등에 의한 균열현상 등 중대한 결함이 발견될 시는 「영」 제18조에 의거 관리주체에게 지체 없이 통보하고 정밀안전진단 여부 등을 판단한다.
- 기타 책임기술자가 필요하다고 판단되는 사항을 점검한다.

(나) 정밀안전진단 조사요령

- 정밀안전점검 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.
- 재료의 강도, 상태, 구조부재의 평가 및 외관조사결과를 확인하기 위하여 필요한 비파괴시험을 실시하고 시험보고서를 작성한다.
- 본체시설 전체에 대하여 조사망(Matrix)을 구성하여 각 부재별·부위별 결함의 종류, 노후화의 형태, 크기, 양, 심각한 정도 등을 기록·정리한다.

2) 침사지

- 침사지의 조사는 '1'항의 본체시설의 조사방법에 의하여 실시한다.

3) 토출수조

- 토출수조의 조사는 '1'항의 본체시설의 조사방법에 의하여 실시한다.

4) 수문

- 배수펌프장 내에는 유수지와 연결된 자연배수를 위한 수문이 있는 경우도 있으며, 수문 시설물에 대한 점검은 「제8장 수문」의 점검방법에 준하여 실시한다.

5) 상부시설 및 부속 건축물

- 상부시설물, 관리동, 비상발전기동, 권양기실 등의 건축물에 대한 점검은 건축 및 지하구조분야 기술자가 실시하며, 「제6장 건축물」에 따른다.
- 점검 실시결과 아래와 같은 중대한 결함사항이 있을 경우에는 「영」 제18조에 의거 관리주체에게 지체 없이 통보한다.
 - 기둥, 보 또는 내력벽의 내력상실
 - 조립식 구조체의 연결부실로 인한 내력상실
 - 주요구조부재의 과도한 변형 및 균열심화
 - 지반침하 및 이로 인한 활동적인 균열
 - 누수, 부식 등에 의한 구조물의 기능상실
- 건축물 또는 지하구조물 점검 시에는 반드시 책임기술자와 상호 협의하여 실시하며, 층고가 높을 경우 고가차량 선택을 통해 조사자의 안전을 보장하도록 한다.

6) 부대시설

- 상기 대상시설물을 제외한 부대시설은 배수펌프장 시설물의 안전에 직접 영향을 미치는 시설물에 한하여 검사자가 정기안전점검 또는 정밀안전점검이 필요하다고 판단되는 시설물에 대해서는 점검을 실시한다.
- 유수지는 일종의 저수지(저류조)로 볼 수 있으며, 유수지에 대한 점검은 「제9장 제방」의 점검 및 진단방법에 준하여 실시한다.

나. 기계·전기설비 외관조사 요령

1) 기계설비

- ① 각종 배관에 대한 이음부 상태와 관체의 부식 및 노후정도, 도장상태, 누수 등의 배관손상에 대한 조사를 실시한다.
- ② 펌프 및 제진기설비에 대한 외관검사 및 작동상태, 소음, 진동에 대해 점검한다.
- ③ 펌프토출 측에 수격압방지시설이 있는 경우는 시설의 정상작동 여부 및 외관검사를 통하여 시설의 노후도, 부식도 등을 점검한다.
- ④ 침수를 대비한 배수펌프의 설치 유무를 점검한다.
- ⑤ 필요하다고 판단될 경우 현장시험을 실시하여 기계·전기설비의 손상상태와 노후도 상태를 평가하고 시험보고서를 작성한다.
- ⑥ 기타 검사자가 필요하다고 판단되는 사항을 점검한다.

2) 전기설비

배수펌프장의 전기설비에 관한 육안점검은 다음의 점검표를 준하여 실시한다.

단, “10.3 재료시험 항목 및 수량”에 따라 선택과업에 해당하는 각종 시험은 선택과업으로 반영 시 실시한다.

① 수변전설비의 점검표

구 분	점 검 사 항	점검결과
반의 내·외관	•빗물·눈·방수·방충·방서 등의 유입 우려, 위험 표지의 유무 (변전설비, 출입금지, 고압 위험 표시), 소화기 설치, 외관 및 표시상태, 계기의 오손 및 지시 이면배선의 정연 상태 및 오손 및 헐거움 유무 •부속설비의 이상 유무, 접지 및 절연 상태 등	
표시·계기 상태	•전류·전압계·전력량계·역률·주파수계의 외관 및 작동상태, 표시램프 및 절환스위치(AS, VS)의 표시 및 작동상태, 관련 배선의 상태 등	
차단기 (VCB·ACB)	•손상, 이물질 부착, 단자 및 접촉부의 상태, 이음·이취 유무, 동작지시 및 동작표시상태의 이상 유무, 지지 애자의 균열 유무 등 •접지선의 취부 상태·연동상태, 동작 회수계, 개폐 조작함 및 절연 상태 등	
모선 및 케이블	•애자 및 배선의 취부 상태, 접속부의 과열·변색·이상 냄새의 유무, 케이블 외상 및 단말부 균열·손상 유무, 절연 및 접지 상태 등	
변성기류 (PT, CT등)	•균열·손상·이음·이취의 유무, 퓨즈의 접촉 및 이상유무, 접지선의 취부 상태 등	
변압기	•외관의 균열 및 손상 유무, 조임부·용접부의 손상 및 변형 유무, 권선 온도계, 진동상태, 접지선의 취부 및 접지상태 등	
계전기	•계전기의 외관, 작동상태, 커버의 파손 및 먼지 침입 여부, 동작표시장치의 동작, 조작·제어배선 탈락 및 오결선 여부 등	
차단기 및 접촉기류	•배선용차단기(NFB·MCCB)·접촉기류·S/W류 및 각종 접점의 상태(손상·파손·부식 등 문제점 유무), 보호장치(3E, EOCR 등)·FUSE·CT·PT SPD의 동작상태 및 파손·손상 유무, 결선·부착 상태, 용량·설정치 적정 여부 등	
케이블 덕트	•케이블의 손상 및 변형상태, 약전 및 고·저압 선로 이격 유무, 배수상태, 열화 및 피복손상 유무, 케이블 정리 상태, 방서 처리 상태, 본딩접지 등	
기동설비 (리엑터 등)	•케이블의 손상 및 변형상태, 접속상태, 외함접지유무 등	

② 펌프모터설비의 점검표

구 분	점 검 사 항	점검결과
내·외관	•펌프모터의 외관 및 고정상태, 발청·녹 발생·손상유무, 단자함에 무리한 수납여부, 케이블의 단말처리 및 손상유무 등	
접지	•외함접지 유무 및 설치상태	
절연저항	•절연저항 측정 결과	
작동유무확인	•모터의 작동유무확인 결과	
배관	•배관의 파손 변형상태	

③ 현장조작반 및 기동반의 점검표

구 분	점 검 사 항	점검결과
내·외관	•반의 오손·파손·부식 유무, 내부 이물질 침입여부, 문 개폐 및 잠금장치 상태, 반의 부착 및 고정상태	
표시·계기 상태	•계기류(전압·전류계)의 외관·지시상태, 파손·손상 유무, 표시 상태 등	
방진·방습 상태	•반 내부에 대한 방진조치·방습처리 설치유무 및 작동상태	
접점·동작 ·설정	•배선용 차단기(NFB·MCCB)·접촉기류·S/W류 및 각종 접점의 상태(손상·파손·부식 등 문제점 유무), 보호장치(3E, EOCR 등)·FUSE·CT·PT·SA·SPD의 동작상태 및 파손·손상 유무, 결선·부착 상태, 용량·설정치 적정 여부 등	
콘덴서	•진상용 콘덴서의 상태(오손·파손·부식 유무, 구동모터와의 용량 적정성, 접지유무, 외함의 부풀림 유무 등)	
배선	•배선상태(반 내부의 전선·케이블 단말처리 및 배선정리, 부착 및 조임상태, 단선·단락·열화·변색 유무 등)	
접지	•접지상태 및 설치유무	
전기작동	•전기적 작동상태	

- 고압설비(차단기, 변성기, 계전기)

구 분	점 검 사 항	점검결과
차단기 (VCB·ACB)	•손상, 이물질 부착, 단자 및 접촉부의 상태, 이음·이취 유무, 동작지시 및 동작표시상태의 이상 유무, 지지 애자의 균열 유무 등 •접지선의 취부 상태·연동상태, 동작 회수계, 개폐 조작함 및 절연 상태 등	
모선 및 케이블	•애자 및 배선의 취부 상태, 접속부의 과열·변색·이상 냄새의 유무, 케이블 외상 및 단말부 균열·손상 유무, 절연 및 접지 상태 등	
변성기류 (PT, CT등)	•균열·손상·이음·이취의 유무, 퓨즈의 접촉 및 이상유무, 접지선의 취부 상태 등	
계전기	•계전기의 외관, 작동상태, 커버의 파손 및 먼지 침입 여부, 동작표시장치의 동작, 조작·제어배선 탈락 및 오결선 여부 등	
기동설비 (리액터 등)	•케이블의 손상 및 변형상태, 접속상태, 외함접지유무 등	

④ 예비전원설비의 점검표

구 분	점 검 사 항	점검결과
기동전	•발전기 · 원동기 · 기타 부속기기의 이상 유무	
	•냉각수량 · 연료유량 · 윤활유량 상태	
	•기기류의 영점 및 축전지 상태	
	•연료유 · 냉각수 등의 밸브 개방상태	
	•조작회로 상태 및 절연저항 상태	
	•접지상태	
운전시	•기동 버튼을 눌렀을 때 시운전상태 및 정격전압 확립 상태	
	•설치함 받침대 · 발전기측 연결부 · 본체 등에서의 진동 · 이음 · 이취 · 과열 · 회전 불평형 유무	
	•배관 등에서의 누유 · 누수 등의 유무 및 배기가스의 색	
	•전압 · 주파수 · 회전수 상태	
	•윤활유 압력상태	
	•냉각수 및 윤활유 온도상태	
	•급기 · 배기의 상태	
정지시	•정지스위치를 조작하고 정지할 때까지의 시간	
	•정지 후 이상 유무상태	

⑤ 피뢰설비의 점검표

구 분	점 검 사 항	점검결과
기기 및 기구 설치, 부착상태	•수뢰부 시스템(돌침)의 상태, 동일평면상의 돌출부보다 상부로 2m이상 유지상태	
	•피뢰침 지지주 및 지지 와이어의 상태	
	•인하도선의 상태	
	•인하도선의 보호유무 상태(합성수지관 등)	
접속부 등 상태	•지상 각 접속부분 상태	
	•단선, 용융 기타 손상 유무	
기 타	•피뢰침의 각 인하도선의 접지 여부	
	•접지저항값 (10Ω 미만일 것)	

10.3 재료시험 항목 및 수량

10.3.1 정밀안전점검

가. 재료시험 항목 및 평가방법

[표 10.3] 시설별 정밀안전점검의 재료시험 항목

구 분	기본과업	선택과업
콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도 - 비파괴시험 : 반발경도 ○ 콘크리트 탄산화 깊이	○ 콘크리트강도 - 국부파괴법 : 코어강도 ○ 철근탐사시험 ○ 염화물함유량¹⁾
기계, 전기		○ 각종 기기 작동유무확인 등

주1) 제1장 교량 1.3.1절 참조

[표 10.4] 시설별 정밀안전점검 재료시험 평가방법

구 분		재료시험 항목	평가방법
기본 과업	콘크리트 구조물	○ 콘크리트 비파괴강도 - 반발경도시험	○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함
		○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
선택 과업	콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도 - 국부파괴 : 코어채취	○ 콘크리트강도 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등
		○ 철근탐사시험 - 철근배근상태 - 철근피복두께	○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
		○ 염화물함유량 시험	○ 시료채취 및 평가
	기계, 전기	○ 각종 기기 작동유무확인 등	○ 기기의 특성과 상황 등을 고려 실시

나. 재료시험 기준수량

[표 10.5] 정밀안전점검의 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	재료시험 기준 수량	비 고
반발경도시험	○ 총수량 = 대상시설물 수 ¹⁾ × 1개소 (총수량 최소 3개소 이상)	· 시설물별 시험수량은 총수량 범위 내에서 책임기술자가 조정 가능
탄산화 깊이 측정	○ 총수량 = 대상시설물 수 ¹⁾ × 1개소	· 시설물별 시험수량은 총수량 범위 내에서 책임기술자가 조정 가능

주1) 본체시설, 침사지, 토출수조 등

[표 10.6] 정밀안전점검의 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	재료시험 기준 수량	비 고
코어채취 ¹⁾	○ 책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정	· 관리주체 또는 책임기술자가 실시여부 결정
철근탐사시험	○ 책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정	· 가능한 한 이전의 시험부위와 중복 피함
각종 기기의 작동유무확인 ²⁾	○ 점검 기간 중 1회 이상 실시	

주1) 이전의 실내시험에 대한 자료가 충분하고, 평가결과가 기준에 적합한 경우에는 기존 자료 이용 가능

주2) 기기의 특성 및 상황을 고려하여 작동유무확인 수량은 책임기술자가 조정 가능하나, 그 실시 시기는 관리주체와 협의하여 정하는 것을 원칙으로 한다.

10.3.2 정밀안전진단

가. 재료시험 항목 및 평가방법

[표 10.7] 시설별 정밀안전진단의 재료시험 항목

구 분	기본과업	선택과업
콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도 － 비파괴시험 : 반발경도시험, 초음파속도시험 ○ 철근탐사 － 철근 배근상태, 철근 피복두께 ○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정 ○ 콘크리트 염화물함유량 시험¹⁾ ○ 철근부식도시험 ○ 균열깊이 조사	○ 콘크리트강도 － 국부파괴법 : 코어강도 ○ 콘크리트 물성 및 미세구조 ○ 지반(시추)조사
기계설비	○ 주요 기기(펌프 및 관련밸브)의 작동유무 ○ 장내배관 외관조사 (신축관 및 밸브 등)	○ 각종 기기의 성능시험 (배수펌프의 효율 측정시험 등) ○ 펌프 소음·진동 측정
전기설비	○ 주요펌프모터와 관련 된 기동반 등의 작동유무	○ 주요펌프모터와 관련 기동반·현장제어반의 조사 및 시험 － 절연저항측정 － 접지저항측정 － 적외선열화상탐사 ○ 펌프모터설비 － 성극비시험 ○ 유입변압기 － 절연유 절연내력 및 산기측정 ○ 고압케이블 － 성극비시험, 절연내력시험 ○ 피뢰설비 － 피뢰보호범위 검토

주1) 제1장 교량 1.3.2절 참조

[표 10.8] 시설별 정밀안전진단 재료시험 평가방법

구 분		재료시험 항목	평가방법
기본 과업	콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도(비파괴시험법) : 반발경도시험, 초음파전달속도시험	○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함
		○ 철근탐사시험 : 철근배근상태, 피복두께	○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
		○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
		○ 콘크리트 염화물함유량 시험	○ 시료채취 및 평가
		○ 철근부식도시험	○ 주요부재의 철근 대상 ○ 철근부식확률 평가
		○ 균열깊이 조사	○ 발생균열의 철근깊이 이상 발견 또는 관통 여부 등 평가 ○ 허용균열폭과의 비교·검토
	기계	○ 작동유무확인 (펌프 등 주요설비)	○ 기기의 특성과 상황 등을 고려 실시
	전기	○ 주요펌프모터 관련된 기동반 등 작동유무	○ 기기의 특성과 상황 등을 고려 실시
선택 과업	콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도(국부파괴법) : 코어채취	○ 콘크리트강도 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등
		○ 콘크리트 물성 및 미세구조	○ 강도, 수분함량 등
		○ 지반(시추)조사	○ 기초지반의 특성 및 상태 파악
	강 구조물	○ 강재 용접부조사	○ 강재용접 결함(균열 등) 평가 ○ 자분탐상 또는 초음파탐상 등
	기계설비	○ 배수펌프의 효율 측정시험	○ 배수펌프의 유량양정을 측정하여 배수펌프의 효율 및 배수능력 파악
		○ 주요펌프설비 소음·진동 측정	○ 허용기준의 초과 여부 ○ 각종 펌프·배관 등
		○ 배관두께(초음파측정)	○ 관의 두께가 소요두께 이상 여부 ○ 부식 우려 및 관 내압이 큰 배관
		○ 작동유무확인(기타설비)	○ 기기의 특성과 상황 등을 고려 실시
	전기설비	○ 절연저항측정	○ 허용기준의 초과 여부
		○ 접지저항측정	○ 허용기준의 초과 여부
		○ 적외선열화상탐사	○ 이상발열발생 여부
		○ 성극비시험	○ 성극지수 규정값 만족 여부
		○ 절연유 절연내력 및 산가측정	○ 절연내력 및 산가도 규정값 만족 여부
		○ 고압케이블	○ 성극지수 및 절연내력 규정값 만족 여부
		○ 피뢰보호범위 검토	○ 건축물 보호범위 만족 여부

나. 재료시험 기준수량

재료시험 기준수량은 과업의 내용 및 시설물의 특성 및 상황 등을 고려하여 총수량 범위 내에서 책임기술자 조정 가능하며, 대상시설물은 본체시설(흡수조, 지하펌프실, 냉각수조, 연료저장실 등), 침사지, 토출수조 등이다.

[표 10.9] 정밀안전진단의 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	재료시험 기준 수량	비 고
반발경도시험	○ 총수량 = 대상시설물 수 × 3개소 (총수량 최소 6개소 이상)	· 동일 부위 시험 원칙
초음파 전달속도시험	상 동	
철근탐사시험	○ 총수량 = (대상시설물 수) × 3개소 (총수량 최소 6개소 이상)	· 가능한 한 이전의 시험부위와 중복 피함
탄산화 깊이 측정	○ 총수량 = 대상시설물 수 × 1개소	
염화물 함유량시험	○ 책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정	
철근부식도시험	○ 책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정	· 시험 실시 근거 명기
균열깊이 조사	○ 책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정	· 상태평가기준 참조
강재 초음파두께측정	○ 책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정	
주요 기기의 작동유무확인 ¹⁾	○ 진단 기간 중 1회 이상 실시	

주1) 기기의 특성 및 상황을 고려하여 작동유무확인 수량은 책임기술자가 조정 가능하나, 그 실시 시기는 관리주체와 협의하여 정하는 것을 원칙으로 한다.

[표 10.10] 정밀안전진단의 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	재료시험 기준 수량	비 고
코어채취 ¹⁾	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 관리주체 또는 책임기술자가 실시여부 결정
기초지반(시추) ²⁾	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 관리주체 또는 책임기술자가 실시여부 결정
강재 초음파탐사시험	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 강재용접부 균열조사 · 자분탐상 시험 가능
배수펌프효율측정	○ 진단기간 중 1회 실시	· 펌프의 유량양정 측정시험
각종기기작동유무 확인	○ 진단기간 중 1회 실시	
소음·진동 측정	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 각종 펌프·배관 등의 각 설비별 1회
배관두께 (초음파측정)	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 부식 발생우려가 높거나 관내압이 큰 배관
절연저항측정	○ 설비별 1회	
접지저항측정	○ 접지System별 1회	
적외선열화탐사	○ 설비별 1회	
성극비시험	○ 설비별 1회	
절연유 절연내력 및 산가측정	○ 설비별 1회	
피뢰보호범위	○ 피뢰설비 개소별 1회	

주1) 코어를 채취할 경우 그 지점은 관리주체와 협의한 후 구조물에 영향이 최소화되는 지점을 선정토록 하고 1개소 당 3개의 코어를 채취한다. 또한 이전에 수행한 안전점검이나 정밀 안전진단에서 코어채취 및 실내시험에 대한 자료가 충분하고 이들의 평가결과가 기준에 적합한 경우에는 기존의 자료를 이용할 수 있다.

주2) 구조적 중대한 결함 발생, 콘크리트강도의 현저한 저하 및 구조물에 작용 하중조건의 변경 또는 예상되는 경우 등 구조물의 구조적 안전성 검토가 필요한 경우 필수적으로 실시하여야 한다.

10.4 상태평가기준 및 방법

10.4.1 상태평가항목 및 기준

가. 평가유형 및 영향계수

시설물의 상태평가는 결함 및 손상에 따른 각각의 상태평가기준을 적용하며, 상태변화가 전체 구조물에 미치는 안전성의 영향정도, 구조적인 중요도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 결함 및 손상을 평가유형별로 구분하여 영향계수를 적용한다.

1) 평가유형의 구분

결함 및 손상에 대한 평가유형은 다음과 같이 구분한다.

① 중요결함

- 침하, 경사/전도 및 활동 등과 같이 전체 구조물의 구조적인 안전에 직접영향을 미치는 결함

② 국부결함

- 기초세굴, 콘크리트 탄산화 진행 등과 같이 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치는지는 않지만 손상이 진전될 경우 전체 구조물의 안전에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함

③ 일반손상

- 콘크리트 균열, 파손, 마모, 콘크리트 재료분리 등과 같이 구조물의 안전에 크게 영향을 주지 않는 일반적인 손상

2) 영향계수의 적용

각 부재에서 발생하는 각종 손상 및 결함에 대한 상태평가 시 손상이 전체 구조물에 미치는 안전성의 영향정도, 구조적인 중요도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 영향계수를 적용한다.

영향계수는 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중요 결함의 상태등급을 기준으로 하여 국부적인 결함의 등급을 상향조정함으로써 이들이 전체 구조물에 미치는 영향을 평가절하하는 계수이며, 영향계수는 상태평가를 위한 표준기준이며, 책임기술자의 판단으로 다소 조정할 수 있다.

3) 시설물별 평가 유형 및 영향계수

(가) 토목구조물

구 분	평가유형	평가기준	평가점수	영향계수
침하/부상	중요결함	a	5	1.0
경 사		b	4	
활 동		c	3	
기 초 세 굴		d	2	
		e	1	
콘크리트 탄산화깊이	국부결함	a	5	1.0
콘크리트 염화물함량		b	4	1.1
		c	3	1.2
		d	2	1.4
퇴적		e	1	2.0
콘크리트 균열	일반손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0
콘크리트 박리				
콘크리트 박락/충분리				
철 근 노 출				
누 수				
백 태				
콘크리트 파손				
신축이음 탈락/열화				
식생				

(나) 기계설비

구 분		평가유형	평가기준	평가점수	영향계수	참고
펌프 설비 (전동밸브 포함)	펌프 성능	중요결함	a	5	1.0	표 10.28, 29
	펌프 진동		b	4		
			c	3		
			d	2		
		e	1			
펌프소음, 베드 기초부	일반손상	a	5	1.0	표 10.30, 31	
		b	4	1.1		
		c	3	1.3		
		d	2	1.7		
	e	1	3.0			
펌프외관	일반손상	a	5	1.0	표 10.27	
	b	4	1.1			
	c	3	1.3			
	d	2	1.7			
	e	1	3.0			
장내 배관 (일반밸브, 신축관)	장내배관손상 (누수상태)	중요결함	a	5	1.0	표 10.33
	밸브의 작동상태	b	4			
		c	3			
		d	2			
		e	1	1.0	표 10.32	
배관, 밸브의 외관	b	4	1.1			
	c	3	1.3			
	d	2	1.7			
	e	1	3.0			
제진설비 (스크린 및 운반설비)	작동여부	중요결함	a	5	1.0	표 10.35
	제진기 및 스크린, 운반설비의 변형손상	b	4			
		c	3			
		d	2			
		e	1	1.0	표 10.34, 36	
제진기 및 스크린, 운반설비의 외관	b	4	1.1			
	c	3	1.2			
	d	2	1.4			
	e	1	2.0			
마찰부 손상	일반손상	a	5	1.0	표 10.44	
	b	4	1.1			
	c	3	1.3			
	d	2	1.7			
	e	1	3.0			

구 분			평가유형	평가기준	평가점수	영향계수	참고
유입 토출 수문	문 비	문비의 부식손상	중요결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0	표 10.38
		문비의 변형	국부결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0	표 10.39
		누 수	일반손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0	표 10.40, 44
		마찰부손상					
	권 양 기	작동여부	중요결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0	표 10.41
		와이어로프의 손상	국부결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0	표 10.42, 43
		랙바의 손상					
		마찰부 손상	일반손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0	표 10.44, 49
		권양기 외관					

(다) 전기설비

설 비	상 태	평가유형	평가기준	평가점수	영향계수
펌프모터 설비	작동상태	중요결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0
예비전원 설비	작동상태				
수변전설비	접지 및 열화상		a b c d e	5 4 3 2 1	
펌프모터 설비	절연 및 접지				
피뢰설비	접지				
수변전설비	외관	일반손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0
펌프모터 설비	외관				
예비전원 설비	외관				
피뢰설비	외관				

나. 항목별 상태평가기준

1) 토목구조물

[표 10.11] 침하/부상의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 침하/부상이 발생되지 않은 상태
b	4	○ 부분적으로 경미한 침하/부상이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	3	○ 침하/부상의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	○ 침하/부상의 정도가 심각하여 구조적인 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 침하/부상의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안전을 위협받고 있는 상태

[표 10.12] 경사의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 경사가 발생되지 않은 상태
b	4	○ 부분적으로 경미한 경사가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않는 상태
c	3	○ 경사의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	○ 경사의 정도가 심각하여 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 경사의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정이 위협받고 있는 위험한 상태

[표 10.13] 활동의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 활동이 발생되지 않은 상태
b	4	○ 부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	3	○ 활동의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	○ 활동의 정도가 심각하여 구조적인 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 활동의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안전이 위협받고 있는 위험한 상태

[표 10.14] 기초세굴의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 세굴이 없는 상태
b	4	○ 세굴이 경미하게 발생한 상태
c	3	○ 경미한 세굴이 여러 곳에 산재되어 있거나 세굴이 다소 심하게 발생한 상태
d	2	○ 세굴이 심하여 하단부가 크게 들어 나고 구조적인 안전에 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 세굴이 아주 심하여 구조적 안전이 심각하게 위협받고 있는 위험한 상태

주) 상태평가결과가 "e"등급인 경우 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

[표 10.15] 탄산화 잔여 깊이의 상태평가기준

평가기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	30mm 이상	탄산화에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	10mm 이상 ~ 30mm 미만	향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성 있음
c	0mm 이상 ~ 10mm 미만	경우에 따라서 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음
d	0mm 미만	철근부식 발생
e	—	—

주1) 상태평가결과가 "d"이고, [표 10.22](철근노출)의 상태평가결과가 "e"이면 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

주2) 제1장 교량[표 1.28] 해설을 따른다.

[표 10.16] 전염화물 이온량의 상태평가기준

평가기준	전염화물 이온량	철근부식의 가능성
a	염화물 $\leq 0.3\text{kg/m}^3$	염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	$0.3\text{kg/m}^3 < \text{염화물} < 1.2\text{kg/m}^3$	콘크리트 중의 염화물 이온농도가 높으나, 부식이 발생할 가능성 적음
c	$1.2\text{kg/m}^3 \leq \text{염화물} < 2.5\text{kg/m}^3$	향후 염화물에 의한 부식이 발생할 가능성 높음
d	염화물 $\geq 2.5\text{kg/m}^3$	철근부식 발생
e	—	—

주) 상태평가결과 "d"이고, [표 10.22](철근노출)의 상태평가결과가 "e"이면 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

※ 제1장 교량 [표 1.29] 참조

[표 10.17] 식생 및 퇴적의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○문제가 될 수목이나 퇴적이 전혀 없음
b	4	○다소의 수목이나 퇴적물이 있으나, 배수에는 이상이 없는 상태
c	3	○수목이나 토사퇴적물로 인해 배수기능을 제대로 발휘하지 못하여 부분적인 체수현상 발생
d	2	○수목이나 토사퇴적물로 인해 배수기능을 제대로 발휘하지 못하여 광범위한 체수현상 발생
e	1	○수목이나 토사퇴적물로 인해 배수기능을 완전히 상실

[표 10.18] 일반 구조물 콘크리트 균열의 상태평가기준

최대 균열폭	면적을 5%이하		면적을 20%이하		면적을 20%이상	
	평가기준	평가점수	평가기준	평가점수	평가기준	평가점수
0.1mm 미만	a	5	a	5	a	5
0.1mm 이상~0.2mm 미만	a	5	a	5	b	4
0.2mm 이상~0.3mm 미만	a	5	b	4	c	3
0.3mm 이상~0.5mm 미만	b	4	c	3	d	2
0.5mm 이상	c	3	d	2	e	1

[표 10.19] 수처리 구조물 콘크리트 균열의 상태평가기준

최대 균열폭	면적을 5%이하		면적을 20%이하		면적을 20%이상	
	평가기준	평가점수	평가기준	평가점수	평가기준	평가점수
0.1mm 미만	a	5	a	5	b	4
0.1mm 이상~0.2mm 미만	a	5	b	4	c	3
0.2mm 이상~0.3mm 미만	b	4	c	3	d	2
0.3mm 이상~0.5mm 미만	c	3	d	2	e	1
0.5mm 이상	d	2	e	1	e	1

주) 균열 면적을 산정방법 : 제1장 교량 [표1.11] 참조

[표 10.20] 콘크리트 박리의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○박리발생이 없음
b	4	○박리깊이 0.5mm 미만이면서 박리 면적을 10% 미만
c	3	○박리깊이 0.5mm 이상~1.0mm미만이면서 박리면적을 10% 미만 ○박리깊이 0.5mm 미만이면서 박리면적을 10% 이상
d	2	○박리깊이 1.0mm 이상~25mm 미만이면서 박리면적을 10% 미만 ○박리깊이 0.5mm 이상~10mm 미만이면서 박리면적을 10% 이상
e	1	○박리깊이 10mm 이상~25mm 미만이면서 박리면적을 10% 이상 ○박리깊이 25mm 이상이거나 조골재 손실

[표 10.21] 콘크리트 박락/충분리의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 박락/충분리의 발생이 없음
b	4	○ 박락/충분리 깊이 15mm 미만이면서 면적율 20% 미만
c	3	○ 박락/충분리 깊이 15mm 이상~20mm 미만이면서 면적율 20% 미만 ○ 박락/충분리 깊이 15mm 미만이면서 면적율 20% 이상
d	2	○ 박락/충분리 깊이 20mm 이상~25mm 미만이면서 면적율 20% 미만 ○ 박락/충분리 깊이 15mm 이상~20mm 미만이면서 면적율 20% 이상
e	1	○ 박락/충분리 깊이 20mm 이상~25mm미만이면서 면적율 20% 이상 ○ 박락/충분리 깊이 25mm 이상이거나 조골재 손실

[표 10.22] 철근노출면적의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 철근노출 없음
b	4	○ 철근노출 면적율이 1% 미만
c	3	○ 철근노출 면적율이 1% 이상~3% 미만
d	2	○ 철근노출 면적율이 3% 이상~5% 미만
e	1	○ 철근노출 면적율이 5% 이상

주) 상태평가결과가 "e"이고, [표 10.15](탄산화) 또는 [표 10.16](염화물)의 상태평가결과가 "d"이면 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

$$\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$$

[표 10.23] 누수의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용	
		콘크리트 부재	신축이음부위
a	5	○ 누수가 없음	○ 누수가 없음
b	4	○ 경미한 흔적 (누수부위가 건조한 상태)	○ 누수 흔적이나 토사 등의 오염
c	3	○ 현저한 흔적 (누수부위가 습윤한 상태)	○ 파손에 의한 누수발생
d	2	○ 누수의 진행이 관찰가능 상태	○ 누수로 인한 신축이음 하부구조물의 부식발생
e	1	○ 누수의 진행이 확연한 상태	○ 누수로 인한 신축이음 하부구조물의 부식심화

[표 10.24] 백태의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 백태가 없음
b	4	○ 백태 발생 면적율이 5% 미만
c	3	○ 백태 발생 면적율이 5% 이상~10% 미만
d	2	○ 백태 발생 면적율이 10% 이상~20% 미만
e	1	○ 백태 발생 면적율이 20% 이상

[표 10.25] 콘크리트 파손의 상태평가기준

평가기준	평가점수	깊 이	면적율 10% 미만	면적율 10% 이상
a	5	없음	a	—
b	4	5mm 미만	b	c
c	3	5mm 이상~10mm 미만	c	d
d	2	10mm 이상~20mm 미만	d	e
e	1	20mm 이상	e	e

[표 10.26] 신축이음 탈락 및 열화의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용	
		부재의 탈락정도	부재의 열화정도
a	5	○ 없음	○ 없음
b	4	○ 없음	○ 고무판 마모, 강재의 부식 (녹) 발생 등의 경미한 열화
c	3	○ 고정 장치의 이완으로 신축이음 본체 유동	○ 고무판 마모, 강재의 부식 (녹) 발생 등의 열화심화
d	2	○ 고정 장치의 파손으로 신축이음 본체 일부 탈락 및 손상	—
e	1	○ 신축이음 본체 파손	—

2) 기계설비

(가) 공통

[표 10.27] 외관상태에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 도장결함 및 부식이 전혀 없는 상태
b	4	○ 도장면이 전반적으로 깨끗하고 국부적(10%미만)으로 도장의 변색, 부풀림, 탈락 등이 발생하였거나, 부식이 국부적(전체면적의 5%미만)으로 발생한 상태
c	3	○ 도장면이 비교적 깨끗하고 도장의 변색, 부풀림, 탈락 등이 부분적(10%이상~25%미만)으로 발생하였거나, 부식이 다소(전체면적의 5%이상~15%미만) 발생한 상태
d	2	○ 도장면이 불량하고 도장의 변색, 부풀림, 탈락 등이 크게(전체면적의 25%이상~50%미만)발생하였거나, 전반적(전체면적의 15%이상~30%미만)으로 발생한 상태
e	1	○ 도장면이 매우불량(전체면적의 50%이상)하고, 부식 발생의 심화(전체면적의 30%이상)된 상태

(나) 펌프설비

[표 10.28] 펌프의 진동크기에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	진동한계(RMS, mm/s)
a	5	진동한계 < 1.4
b	4	진동한계 < 2.8
c	3	진동한계 < 4.5
d	2	진동한계 < 7.1
e	1	진동한계 ≥ 7.1

* 진동한계값은 ISO 10816-3 기준에 근거하여 시설물 종류 및 현장여건에 따라 변경 가능

[표 10.29] 펌프의 성능에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 펌프작동이 원활하고 손상이 전혀 없음
b	4	○ 원동기과부하, 압력, 유량에 이상이 없고 베어링발열이나 이상음이 경미하게 발생
c	3	○ 원동기과부하, 압력, 유량에 이상이 없고 베어링발열이나 이상음이 발생하나 즉각적인 조치가 필요 없음
d	2	○ 원동기과부하, 압력, 유량에 이상이 있으나 작동이 가능
e	1	○ 원동기과부하, 압력, 유량에 이상이 확연하여 작동이 불가능함

[표 10.30] 펌프베드 기초부의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 베드의 기초에 균열이 전혀 없는 양호한 상태
b	4	○ 베드의 기초에 균열이 없는 건전한 상태
c	3	○ 베드의 기초에 미세균열이 부분적으로 발생한 보통의 상태
d	2	○ 베드의 기초의 볼트주위에 균열이 발생한 상태
e	1	○ 펌프 고정이 불가능한 정도로 베드의 기초에 균열이 발생하여 보강 또는 교체 등이 필요한 상태

[표 10.31] 펌프의 소음크기에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 펌프 1m에서 평균소음의 크기가 80dB 이하
b	4	○ 펌프 1m에서 평균소음의 크기가 80dB 초과, 90dB 이하
c	3	○ 펌프 1m에서 평균소음의 크기가 90dB 초과, 100dB 이하
d	2	○ 펌프 1m에서 평균소음의 크기가 100dB 초과, 120dB 이하
e	1	○ 펌프 1m에서 평균소음의 크기가 120dB 초과

(다) 배관 및 밸브

[표 10.32] 밸브의 작동상태에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 밸브의 작동이 원활하고 여타 손상이 전혀 없음
b	4	○ 밸브의 작동에 문제가 없고 발청부식 등의 손상이 경미하게 발생
c	3	○ 밸브의 작동에 문제가 없고 축부에서 경미한 누수가 발생
d	2	○ 밸브는 작동가능하나 일부 수리가 필요하거나 누수의 진행이 관찰되는 경우
e	1	○ 밸브의 작동이 불가하거나 누수의 진행(분출)이 확인함

[표 10.33] 관체의 손상정도(누수상태)에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 누수가 전혀 없음
b	4	○ 누수가 없음
c	3	○ 누수는 없으나 누수의 우려가 보임
d	2	○ 누수의 진행이 관찰
e	1	○ 누수의 진행이 확인함(분출)

(라) 스크린 및 제진기 설비

[표 10.34] 스크린의 설치상태에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 손상이 전혀 없는 상태
b	4	○ 휨 및 좌굴이 있으나 스크린 간격 이내임
c	3	○ 휨 및 좌굴이 스크린간격과 유사한 상태
d	2	○ 휨 및 좌굴이 스크린간격 보다 커 이물질이 들어갈 수 있는 상태
e	1	○ 스크린의 기능이 상실된 상태

[표 10.35] 제진기 작동에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 작동이 원활한 양호한 상태
b	4	○ 손상변형이 국부적으로 있으나 정상기능유지 상태
c	3	○ 이음 등이있고 손상변형이 있으나 작동은 가능한 상태
d	2	○ 이상진동으로 소음이 과다하게 발생하고 고착과 과다한 변형으로 기능이 미흡한 상태(스크린은 변형과다 인 상태)
e	1	○ 작동이 불가능한 상태

[표 10.36] 제진기류 변형손상에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 손상이 전혀 없는 상태
b	4	○ 휨 변형 등이 국부적으로 있으나 기능에이상이 없는 상태
c	3	○ 휨 변형 등이 있으나 사용은 가능한 상태
d	2	○ 휨 변형으로 인한 보수가 필요한 상태
e	1	○ 기능이 상실된 상태

(마) 유입, 토출수문

[표 10.37] 유·토수문의 작동에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 작동이 원활한 양호한 상태
b	4	○ 작동이 원활한 건전한 상태
c	3	○ 이상소음 등의 발생이 있으나 작동에는 이상이 없는 상태
d	2	○ 이상 진동으로 소음이 과다하게 발생하고 고착으로 회전이 불량한 상태
e	1	○ 진동이 과다하게 발생하여 작동이 불가능한 상태

[표 10.38] 유·토수문의 부식손상에 대한 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용	비 고
a	5	○ 부식이 없음	클램프 플레이트, 볼트, 너트 등도 동일하게 적용
b	4	○ 전면부식이 조금 발견되거나 건전부 모재두께의 5% 미만의 점부식이 관찰되는 상태	
c	3	○ 가벼운 전면부식이 전단면에 발생되었거나, 건전부 모재두께의 5~20%의 점부식이 관찰되는 상태	
d	2	○ 심화된 전면부식이 전단면에 발생되어 있거나, 건전부 모재두께의 20~50%의 점부식이 관찰되는 상태로 보수가 필요한 상태	
e	1	○ 전면부식과 건전부 모재두께의 50% 이상의 점부식으로 인하여 시급히 보강이 필요한 상태	

[표 10.39] 유·토수문의 문비변형에 대한 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 변형이 없는 양호한 상태
b	4	○ 변형이 없는 건전한 상태
c	3	○ 부분변형이 있으나 문틀에 밀착되는 상태
d	2	○ 변형으로 문틀에 밀착하지 못하여 잭스크류 등의 별도의 누름 장치를 이용하여야 문틀에 밀착되는 상태
e	1	○ 변형으로 작동이 원활하지 못한 상태로 작동시 접촉, 끼임 발생과 부분적인 두께감소가 1/2이상인 경우

[표 10.40] 유·토수문의 수밀부 누수에 대한 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 누수가 없는 양호한 상태
b	4	○ 누수가능성이 없는 건전한 상태
c	3	○ 미세한 누수가 있는 경미한 상태
d	2	○ 지수고무의 훼손 및 밀착불량 등으로 부분적인 누수가 발생하는 상태
e	1	○ 문비의 변형으로 누수가 다량으로 발생하여 별도 부대설비(모래주머니)를 설치하여야 지수가 가능한 상태

[표 10.41] 유 · 토수문의 작동여부에 대한 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○전동 및 수동 상승 · 하강에 이상이 없는 양호한 상태이며, 상하한 자동정지도 양호한 상태
b	4	○작동 시 이음발생이 없으며, 상승 및 하강에 이상이 없는 건전한 상태
c	3	○작동 시 구동부에 다소간의 이상 진동 및 이음발생 등이 있으나, 상승 · 하강은 원활한 상태
d	2	○전동 작동이 원활하지 않고, 비상점검 등의 임시조치 후에 제한 작동 가능한 상태
e	1	○전혀 작동되지 않는 상태

주) 상태평가결과가 “d”등급 이하의 경우 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

[표 10.42] 유 · 토수문의 권양기 와이어로프 손상에 대한 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○와이어로프의 손상이 없는 양호한 상태
b	4	○와이어로프의 손상이 없는 건전한 상태
c	3	○와이어로프 표면의 그리스 도포가 불량한 상태
d	2	○와이어로프 표면에 산화부식이 발생한 경우
e	1	○와이어로프의 직경감소가 7%이상, 하나의 꼬임에서 소선 절단이 10% 이상, 꺾임 및 심산 키크가 있는 경우

주1) 크레인 안전 규칙 참조

[표 10.43] 유 · 토수문의 권양기 랙바 손상에 대한 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○랙바에 손상이 없는 양호한 상태
b	4	○랙바에 손상이 없는 건전한 상태
c	3	○랙바의 마모가 허용범위 이내의 정상적이나 그리스 도포가 불량하거나 부식이 발생한 상태
d	2	○랙바의 직경감소가 10%이내이나 편마모가 발생한 경우
e	1	○랙바의 최대 직경감소가 10%이상 발생한 경우

[표 10.44] 제진기 및 수문 마찰부(베어링 등 작동부)에 대한 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○마찰부 작동이 원활한 양호한 상태
b	4	○마찰부 작동이 원활한 건전한 상태
c	3	○마찰부에 이음 등의 일부이상이 있으나 작동은 가능한 상태
d	2	○마찰부에 이음 진동이 과다하게 발생하고 고착으로 회전이 불량한 상태
e	1	○마찰부가 고착되어 작동이 불가능한 상태

3) 전기설비

[표 10.45] 전기설비의 작동에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 전기설비의 불량률이 전혀 없는 상태
b	4	○ 전기설비의 불량률이 매우 미미한 상태
c	3	○ 전기설비의 불량률이 경미한 상태 (설비의 기동 및 운전에 지장이 없는 상태)
d	2	○ 전기설비의 불량률이 심화된 상태 (설비의 기동 및 운전에 지장을 초래하는 상태)
e	1	○ 전기설비의 불량률이 극심한 상태 (설비의 기동 및 운전이 불가능한 상태)

[표 10.46] 절연저항에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 절연저항값이 매우 양호한 상태
b	4	○ 절연저항값이 매우 미미한 상태(경년열화를 고려한 20% 감소)
c	3	○ 절연저항값이 경미한 상태(경년열화를 고려한 50% 감소)
d	2	○ 절연저항값이 심화된 상태(경년열화를 고려한 80% 감소)
e	1	○ 절연저항값이 매우 위험하게 진행된 상태(절연저항치 0MΩ 상태)

[표 10.47] 접지저항에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 접지저항값이 매우 양호한 상태
b	4	○ 접지저항값이 매우 미미한 상태(관련규정값의 120% 이상)
c	3	○ 접지저항값이 경미한 상태(관련규정값의 150% 이상)
d	2	○ 접지저항값이 심화된 상태(관련규정값의 200% 이상)
e	1	○ 접지저항 측정 불량 상태(접지극과 전기적으로 분리된 상태)

[표 10.48] 적외선열화상측정에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 이상발열이 없는 매우 양호한 상태
b	4	○ 이상발열이 매우 미미한 상태(3상비교 5℃ 미만)
c	3	○ 이상발열이 경미한 상태(3상비교 5℃ 이상~10℃ 미만)
d	2	○ 이상발열이 심화된 상태(3상비교 10℃ 이상~30℃ 미만)
e	1	○ 이상발열이 매우 심각한 상태(3상비교 30℃ 이상)

[표 10.49] 외관에 따른 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 매우 양호하고 결함이 전혀없는 상태
b	4	○ 전반적으로 양호하나 부속설비의 경미한 결함이 발생한 상태
c	3	○ 주요설비의 경미한 결함이 발생한 상태
d	2	○ 주요설비의 심각한 결함이 발생한 상태
e	1	○ 주요설비의 안전성에 위험이 있어 즉각 사용금지 하고 교체가 필요

[표 10.50] 절연내력 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 누설전류가 1mA/km 이상~5mA/km 미만 ○ 누설전류 상간 불평형률이 100% ○ 성극비 5.0이상
b	4	○ 누설전류가 5mA/km 이상~10mA/km 미만 ○ 누설전류 상간 불평형률이 100%이상 ~150%미만 ○ 성극비 2.0 이상~5.0 미만
c	3	○ 누설전류가 10mA/km 이상~15mA/km 미만 ○ 누설전류 상간 불평형률이 150%이상 ~ 200% 미만 ○ 성극비 1.0 이상 ~ 2.0 미만
d	2	○ 누설전류가 15mA/km 이상~20mA/km 미만 ○ 누설전류 상간 불평형률이 200%이상 ~ 300% 미만 ○ 성극비 0.5 이상 ~ 1.0 미만
e	1	○ 누설전류가 20mA/km 이상 ○ 누설전류 상간 불평형률 300% 이상 ○ 성극비 0.5 미만

[표 10.51] 성극비 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 성극비 5.0이상
b	4	○ 성극비 2.0이상~5.0미만
c	3	○ 성극비 1.0이상 ~ 2.0 미만
d	2	○ 성극비 0.5이상 ~ 1.0 미만
e	1	○ 성극비 0.5 미만

4) 공중이 이용하는 부위

[표 10.52] 추락방지시설 상태평가기준

평가기준	상태평가 내용
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

[표 10.53] 도로포장 상태평가기준

평가기준	상태평가 내용
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

[표 10.54] 도로부 신축이음부 상태평가기준

평가기준	상태평가 내용
a	○ 신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○ 신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○ 신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○ 신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

[표 10.55] 환기구 등의 덮개 상태평가기준

평가기준	상태평가 내용
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

10.4.2 상태평가결과 산정 방법

가. 배수펌프장 시설물 평가 단계별 절차

배수펌프장 시설물은 크게 토목구조물, 건축물, 펌프설비, 수문, 유수지 등으로 구성된다. 이의 시설물들 중 건축물은 제6장 건축물, 수문은 제8장 수문에서 제시하는 상태등급 산정절차에 의해 평가가 이루어지고 나머지 시설물들은 다음에 제시되는 상태평가결과 산정예시에 따라 수행한다.

외관조사망도는 개별부재에 대하여 작성하는 것을 원칙으로 하고 필요시 개별부재의 크기, 면적에 따라 부위별로 분할하여 작성한다.



Note ; $E_1 \sim E_7$, E_c , E_s : 평가지수, M : 상태평가 점수, F : 영향계수, A : 조정계수, W : 중요도

[그림 10.2] 배수펌프장 시설물 평가 단계별 절차

나. 상태평가 단계별 구분

시설물의 상태를 평가하기 위하여 시설물을 단계별로 구분하여 다음 표와 같이 평가 단계별 구분표를 작성하고 본 보고서에 수록한다.

배수펌프장 시설물의 상태평가는 [그림 10.2]의 절차를 고려하여 부재나 시설물의 특성 및 상황에 따라 책임기술자가 판단하여 평가단계를 병합 또는 조정 할 수 있다.

평가단계별 평가대상 부재 및 시설물의 구분(예)은 다음 [표 10.56]과 같다.

[표 10.56] 배수펌프장 시설물의 평가단계별 평가대상 부재 및 시설물 구분(예)

평가단계별 구분			부재 및 시설물의 구분				
평가구분		평가대상					
상태평가	1단계	상태변화 ^{※)} (결함, 손상)	슬래브 벽체	펌프1,... 배관1,...	건축물 세부지침 적용	수문 세부지침 적용	세부지침 (제방편) 적용
	2단계	개별부재	기둥 보 등등	제진기1,... 유입수문1,... 등등			
	3단계	복합부재	유입수로1,... 침사지1,... 흡수조1,... 지하펌프실1,... 토출수조1,... 등등	펌프설비 배관설비 제진설비 유입수문1 등등			
상태평가 안전성평가 종합평가	4단계	개별시설물	유입수로, 침사지, 흡수조, 지하펌프실, 토출수조, 등등	기계설비, 전기설비			
종합평가	5단계	복합시설물	토목구조물	기전설비	건축물		
	6단계	통합시설물	본체시설			수문	유수지
	7단계	종합시설물	배수펌프장				

※) 개별부재(부위)에 대한 외관조사망도 작성

다. 토목구조물

1) 1단계 평가 : 부재별 손상 및 결함상태 조사표 작성

배수펌프장의 토목구조물은 대부분 철근콘크리트 구조로서 슬래브, 벽체, 기둥 및 보 등으로 구성되며 이러한 구성요소를 개별부재로 본다.

1단계는 상기와 같은 개별부재에 대해 다음 [표 10.57]의 양식에 준하여 개별부재에 발생되어 있는 손상 및 결함상태를 도시하는 외관조사망도를 작성하고 조사내용을 상세히 기록하며, 손상 및 결함별 상태평가기준에 의해 상태평가결과를 표기(알파벳 소문자)한다.

필요에 따라 개별부재를 부위별로 다수의 조사망을 구획하여 외관조사망도를 작성할 수 있으며, 이러한 경우 2단계에서 부위별 손상 및 결함을 취합하여 개별부재에 대한 상태평가를 실시토록 한다.

[표 10.57] 토목구조물의 개별부재(부위)별 손상 및 결함상태 조사표 예

개별부재(부위) 손상 및 결함상태 조사표				
조사망번호	부재(부위)명	복합부재명	개별시설물명	표번호
PS2W-3	벽체 2-3	1호 흡수조	흡수조	No. PSW-1-1
※ 개략도 작성 시 규격용지를 횡으로 사용할 경우 또는 부위별로 여러 장일 경우는 손상에 일련번호를 매기고, 별도의 용지에 아래의 조사결과표를 개별부재에 대하여 작성한다. ※ 평가 근거가 되는 부재의 치수, 크기, 면적 등을 반드시 기입한다.				
번호	조사항목	조사내용	손상(결함)정도	평가결과
①	침하	부분적 경미한 침하 (보수불필요)	○ 침하깊이 : 1.5mm ○ 침하진전 없음	b
②	콘크리트 균열	수직균열 3개소	○ 균열폭 : 0.15~0.20mm ○ 균열길이 : 5.6m	b
③	콘크리트 박리	부분적 박리	○ 박리면적 : 0.40m ² ○ 박리깊이 : 0.8mm	c
④	누수	신축이음부위에 상당한 누수발생	○ 누수로 인한 철근부식진행	d
⑤	신축이음 이완 및 열화	고정장치 이완 및 고무판 마모, 철근부식발생	○ 고정장치 및 고무판의 보수 교체가 필요	c
특기사항	○ 철근콘크리트 구조 및 예폭시방수·방식실시 ○ 규모 : H = 3.5m, L = 30.0m ○ 조사단위면적 : 3.5m × 30.0m = 105m²			
조사일자	20 . .		조사자	

2) 2단계 평가 : 개별부재 상태평가표 작성

1단계에서 개별부재별로 조사 작성된 손상 및 결함상태 조사표에 의해 앞의 [표 10. 57]을 참조하여 손상 및 결함의 평가유형에 따라 중요결함, 국부결함, 일반손상으로 구분하고 손상 및 결함별 상태평가기준에 의한 평가점수(M)에 평가유형별 영향계수(F)를 곱하여 결함 및 손상별 상태평가지수(E_1)를 산출한다. 단, 상태평가지수 값은 소수점 이하 3째 자리에서 반올림한다.

$$\text{평가지수}(E_2) = \text{Min}(E_1) = \text{Min} (M \times F)$$

여기서, E_1 : 결함 및 손상별 상태평가지수

M : 평가점수

F : 평가유형별 영향계수

산출된 결함 및 손상별 상태평가지수(E_1) 중 최솟값을 개별부재의 상태평가지수(E_2)를 산정한 후 아래 표의 상태평가지수 범위에 따른 상태평가기준에 의해 개별부재의 상태평가결과(알파벳 대문자)를 부여한다.

[표 10.58] 상태평가지수 범위에 따른 상태평가기준 및 평가유형별 영향계수(F)

상태평가결과별 평가지수 범위		구 분		영 향 계 수(F)				
상태평가지수(E_1)	평가기준	평가기준		a	b	c	d	e
$4.5 \leq E_1 \leq 5.0$	a	평 가 유 형	평가점수	5	4	3	2	1
$3.5 \leq E_1 < 4.5$	b		중요결함	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
$2.5 \leq E_1 < 3.5$	c		국부결함	1.0	1.1	1.2	1.4	2.0
$1.5 \leq E_1 < 2.5$	d		일반손상	1.0	1.1	1.3	1.7	3.0
$1.0 \leq E_1 < 1.5$	e							

[표 10.59] 토목구조물 개별부재의 상태평가표 예

개별부재 상태평가표					
개별부재명	벽체 2-3	개별부재규모	철근콘크리트 구조 H = 3.5m, L = 30.0m		표번호
복합부재명	1호 흡수조	개별시설물명	흡수조		No. PSW-2-1
근거(1단계) 표번호	No. PSW-1-1 (1단계에서 다수의 개별부위 조사표가 작성된 경우에는 각각의 개별부위 표번호 기입)				
평가항목	평가유형	평가기준	평가점수 (M)	영향계수 (F)	평가지수 (E ₁ =M × F)
침하	중요결함	토목구조물	4	1.0	4.0
콘크리트 균열	일반손상	토목구조물	4	1.1	4.4
콘크리트 박리	일반손상	토목구조물	3	1.3	3.9
누수	일반손상	토목구조물	2	1.7	3.4
신축이음부위 이완 및 열화	일반손상	토목구조물	3	1.3	3.9
평가의견					
1. 개별부재의 상태평가지수(E ₂)=상태평가지수(E ₁)값 중 최솟값 =					3.4
2. 개별부재의 상태평가결과 =					c

3) 3단계 평가 : 복합부재 상태평가표 작성

토목구조물의 복합부재는 각각의 개별부재(슬래브, 벽체, 기둥 및 보 등)로 구성되는 단위구조물로서 복합부재의 평가는 각각의 개별부재가 복합부재의 기능과 안전에 미치는 영향을 판단하여 그 중요도(W)를 반영하는 것이 필요하며, 이때 각 개별부재의 중요도 합은 100이 되도록 한다.

책임기술자는 개별부재의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 $\pm 20\%$ 값 범위 내에서 조정할 수 있다.

[표 10.60] 개별부재별 중요도(W) 기준

개별부재구분	중요도(W)		비 고
	내력벽체인 경우	비 내력벽체인 경우	
바닥슬래브	20	25	
상부슬래브	10	10	
벽 체	25	10	
기 둥	25	30	
보	20	25	

- 중요도가 규정되지 않은 추가적인 개별부재가 있는 경우
 - 그 개별부재의 중요도를 책임기술자가 판단하여 정하고 기타의 부재들은 규정된 비율대로 배분한다.
- 중요도는 제시되어 있으나 평가할 수 있는 해당 개별부재가 없는 경우
 - 그 중요도를 나머지 개별부재에 배분한다.
- 또한, 복합부재의 안전은 상태가 나쁜 개별부재의 영향을 크게 받으므로 그에 상응하는 보정을 하기 위하여 아래의 표에 제시된 상태평가지수에 따른 조정계수(A)를 사용한다.

[표 10.61] 상태평가지수에 따른 조정계수(A)

상태평가기준	A	B	C	D	E
상태평가지수(E_2)	5.0 ~ 4.5이상	4.5미만~ 3.5이상	3.5미만~ 2.5이상	2.5미만~ 1.5이상	1.5미만~ 1.0이상
조정계수(A)	1	2	3	6	6

복합부재의 상태평가지수(E_3) 산정 시 조정계수의 사용은 개별부재의 상태평가지수(E_2)별로 위험성이 큰 값에 보다 큰 가중치를 적용하여 부재전체의 안전성을 평가절하하는 것으로서 이는 단순 산술평균법의 적용보다 다소 낮은 평가지수의 평가결과를 도출하고자 함에 있다.

복합부재의 상태평가는 개별부재의 상태평가지수(E_2)에 중요도(W) 및 조정계수(A)를 반영하여 복합부재의 상태평가지수(E_3)를 산출하고 상태평가결과(알파벳 대문자)를 결정한다.

$$\text{복합부재의 상태평가지수 } (E_3) = \sum(E_2 \times A \times W) / \sum(A \times W)$$

여기서, E_2 : 개별시설물의 상태평가지수

A : 조정계수

W : 복합부재의 중요도 (시설물의 규모(m^3))

다음 표에 토목구조물의 복합부재에 대한 표준적인 상태평가표 작성 예를 제시하였다.

[표 10.62] 토목구조물 복합부재의 상태평가표 예

복합부재 상태평가표						
복합부재명	2호 흡수조		개별시설물명	흡수조		표번호
복합부재규모	철근콘크리트 구조, H=3.5m, W=12.0m, L=30.0m					No. PS-3-2
근거(2단계) 표번호	No. PBS-2-1, No. PUS-2-1, No. PSW-2-1, No. PCL-2-1, No. PBM-2-1					
개별부재구분	평가결과	평가지수 (E ₂)	조정계수 (A)	중요도 (W, %)	계산값 (A ×W)	계산값 (E ₂ ×A ×W)
바닥슬래브	B	3.7	2	20	40	148.0
상부슬래브	C	3.1	3	10	30	93.0
벽 체	C	3.4	3	25	75	255.0
기 등	A	4.7	1	25	25	117.5
보	A	4.8	1	20	20	96.0
합계(Σ)				100	190	709.5
평가의견						
1. 복합부재 상태평가지수(E ₃) = Σ(E ₂ ×A×W) / Σ(A×W)=709.5/190.0 =						3.73
2. 복합부재 상태평가결과 =						b

4) 4단계 평가 : 개별시설물 상태평가표 작성

토목구조물의 개별시설물은 대부분 동일한 기능과 형식을 가진 단위구조물들의 복수 계열로 이루어진 집합구조물로서 개별시설물을 구성하는 복합부재들은 각각 동일한 고유의 기능을 가지면서 다른 복합부재와 유기적으로 밀접하게 관계되어 있다.

따라서 개별시설물의 상태평가는 복합부재의 중요도가 같다는 가정 하에 복합부재의 상태평가지수(E_3)에 복합부재의 규모(용량)를 반영하여 개별시설물의 상태평가지수(E_4)를 산출하고 앞의 [표 10.57]에서 제시한 상태평가지수의 범위에 따른 상태평가기준에 의해 개별시설물에 대한 상태평가결과(알파벳 대문자)를 결정한다.

$$\text{개별시설물의 상태평가지수}(E_4) = \text{Min} + V_1 \times V_2$$

여기서, E_4 : 개별시설물의 상태평가지수

$$V_1 : 0.3 \times (\text{Max} - \text{Min})$$

$$V_2 : \Sigma(E_3 \times W) / (5 \times \Sigma W)$$

Max : 복합부재의 상태평가지수(E_3) 중 최댓값

Min : 복합부재의 상태평가지수(E_3) 중 최솟값

또한, 개별시설물의 평가단계에서는 안전성평가가 필요한 경우 상태평가와 더불어 안전성평가를 수행하고, 상태평가결과와 안전성평가결과를 비교·검토하여 종합평가가 이루어진다.

[표 10.63] 토목구조물의 개별시설물 상태평가표 예

개별시설물 상태평가표				
개별시설물명	흡수조	개별시설물 규모	철근콘크리트구조(H3.5m × W12.0m ×L=30.0m ×4지)	표번호
근거(3단계) 표번호	No. PS-3-1, No. PS-3-2, No. PS-3-3, No. PS-3-4			No. pS-4-1
복합부재구분	평가결과	평가지수(E ₃)	규모(S, m ³)	계산값(E ₃ ×S)
1호 흡수조	C	3.73	1,260	4,699.8
2호 흡수조	B	3.38	1,260	4,258.8
3호 흡수조	B	3.85	1,260	4,851.0
4호 흡수조	C	3.14	1,260	3,956.4
합계(Σ)			5,040	17,766.0
평가의견				
1. 복합부재의 상태평가지수(E ₃) 중 최솟값(Min) = 3.14				
2. 복합부재의 상태평가지수(E ₃) 중 최댓값(Max) = 3.85				
3. V ₁ = 0.3×(Max - Min) = 0.3×(3.85 - 3.14) = 0.213				
4. V ₂ = Σ(E ₃ ×S)/5×ΣS = 17,766.0/5×5,040.0 = 0.705				
5. 개별시설물의 상태평가지수(E ₄)				
= Min + V ₁ ×V ₂ = 3.14 + 0.213×0.705 =				3.29
6. 개별시설물의 상태평가결과 =				D

라. 기계 · 전기설비

1) 1단계 평가 : 부재별 손상 및 결함상태 조사표 작성

배수펌프장의 기계·전기설비는 대부분 각각의 펌프의 단위기기설비(#1펌프설비, #1배관설비, #1전기설비)를 개별시설에 해당하는 것으로 하고 이를 펌프설비, 배관설비, 전기설비로 구분하여 각각 개별부재로 평가한다.

기계·전기설비는 1단계 조사표 작성 시 설비에 대한 개략도 대신 설비의 사진 등을 사용하여 손상·결함상태 등을 표시하고, 손상부위 및 손상정도를 특기사항에 명기한다.

[표 10.64] 기계설비의 개별부재(부위)별 손상 및 결함상태 조사표 예

개별부재(부위) 손상 및 결함상태 조사표				
조사망번호	부재(부위)명	복합부재명	개별시설물명	표번호
WP1-1	펌프1	수처리 펌프설비1	수처리 펌프설비	No. WP1-1-1
필요시 사진 등으로 조사망을 대체 작성할 수 있다. (손상·결함상태 도시 및 주기사항 기록)				
번호	조사항목	조사내용	손상(결함)정도	평가결과
①	펌프표면부식	국부적 부식	부식면적율 : 약 3%	b
②	펌프도장열화	부분적 변색 및 탈락	변색 및 탈락면적율 : 약 15%	c
③	펌프진동	약간의 진동발생	진동크기 : 1.5mm/sec	b
④	펌프소음	상당한 소음발생	소음크기 : 85dB	c
⑤				
특기사항	o 펌프형식 : 입축사류펌프 o 펌프특성 : 양정: 15m, 동력: 20kw, 토출량: 4.5m ³ /분 o 펌프등급 : II등급			
조사일자	20 . .		조사자	

[표 10.65] 전기설비의 개별부재(부위)별 손상 및 결함상태 조사표 예

개별부재(부위) 손상 및 결함상태 조사표					
조사망번호		부재(부위)명	복합부재명	개별시설물명	표번호
E1-1		배수펌프장	전기설비	펌프1	No. E1-1-1
구 분	점검항목		결 함 내 용		평가결과
현장 조작반 및 기동반	반 내.외관		양호한 상태		a
	표시·계기상태		양호한 상태		a
	방진·방습		방습장치 미설치		b
	접점·동작·설정		양호한 상태		a
	콘덴서		양호한 상태		a
	배선		모터 외함 미접지		c
	접지		양호한 상태		a
	전기작동		양호한 상태		a
펌프모터 설비	펌프모터		양호한 상태		a
	외함접지		양호한 상태		a
	절연저항		절연저항값 50% 감소		c
	전력분석		양호한 상태		a
	모터		양호한 상태		a
	배관		양호한 상태		a
특기사항					
조사일자		20 . .	조사자		

개별부재(부위) 손상 및 결함상태 조사표					
조사망번호		부재(부위)명	복합부재명	개별시설물명	표번호
E1-1		배수펌프장	전기설비	전원, 피뢰	No. E1-1-1
점검항목	점검사항		결 함 내 용		평가결과
수변전 설비	반 내·외관		양호한 상태		a
	표시·계기상태		양호한 상태		a
	차단기		양호한 상태		a
	모선 및 케이블		양호한 상태		a
	변성기류(PT, CT등)		CT배울 불일치 상태		c
	변압기		양호한 상태		a
	계전기		양호한 상태		a
	차단기 및 접촉기류		양호한 상태		a
	케이블덕트		양호한 상태		a
예비전원 설비	기동전		축전지 용량 불량		c
	운전시		양호한 상태		a
	정지시		양호한 상태		a
피뢰설비	기기 및 기구 설치, 부착상태		양호한 상태		a
	접속부 등 상태		접속부 탈락 상태		d
	기 타		양호한 상태		a
특기사항					
조사일자		20 . .	조사자		

2) 2단계 평가 : 개별부재 상태평가표 작성

1단계에서 개별부재별로 조사 작성된 손상 및 결함상태 조사표에 의해 앞의 4단계 평가 표를 참조하여 손상 및 결함의 평가유형에 따라 중요결함, 국부결함, 일반손상으로 구분하고 손상 및 결함별 상태평가기준에 의한 평가점수(M)에 평가유형별 영향계수(F)를 곱하여 결함 및 손상별 상태평가지수(E_1)를 산출한다. 단, 상태평가지수 값은 소수점 이하 3째 자리에서 반올림한다.

$$\text{평가지수}(E_2) = \text{Min}(E_1) = \text{Min} (M \times F)$$

여기서, E_1 : 결함 및 손상별 상태평가지수

M : 평가점수

F : 평가유형별 영향계수

산출된 결함 및 손상별 상태평가지수(E_1) 중 최솟값을 개별부재의 상태평가지수(E_2)를 산정한 후 앞의 [표 10.57]에 제시된 상태평가지수 범위에 따른 상태평가기준에 의해 개별부재의 상태평가결과(알파벳 대문자)를 부여한다.

[표 10.66] 기계설비 개별부재의 상태평가표 예

개별부재 상태평가표					
개별부재명	펌프1	개별부재규모	양정: 5m, 동력: 550kw, 토출량: 600m³/분		표번호
복합부재명	펌프설비1	개별시설물명	펌프설비		No. WP1-2-1
근거(1단계) 표번호	No. WP1-1-1 (1단계에서 다수의 개별부위 조사표가 작성된 경우에는 각각의 개별부위 표번호 기입)				
평가항목	평가유형	평가기준	평가점수 (M)	영향계수 (F)	평가지수 (E ₁ =M ×F)
성능	중요결함	기계설비	4	1.0	4.0
펌프진동	중요결함	기계설비	4	1.0	4.0
펌프소음	국부결함	기계설비	3	1.2	3.6
배드상태	국부결함	기계설비	4	1.1	4.4
외관상태	일반손상	기계설비	5	1.0	5.0
평가의견					
1. 개별부재의 상태평가지수(E ₂)=상태평가지수(E ₁)값 중 최솟값 =					3.6
2. 개별부재의 상태평가결과 =					b

[표 10.67] 전기설비 개별부재의 상태평가표 예

개별부재 상태평가표					
개별부재명	펌프모터1	개별부재규모	용량: 110kW, 전압: 380V, 전류: 237A		표번호
복합부재명	전기설비	개별시설물명	배수펌프장		No. E1-2-1
근거(1단계) 표번호	No. E1-1-1 (1단계에서 다수의 개별부위 조사표가 작성된 경우에는 각각의 개별부위 표번호 기입)				
평가항목	평가유형	평가기준	평가점수 (M)	영향계수 (F)	평가지수 (E ₁ =M ×F)
작동상태	중요결함	전기설비	4	1.0	4.0
절연상태	국부결함	전기설비	4	1.1	4.4
접지상태	국부결함	전기설비	3	1.2	3.6
열화상상태	국부결함	전기설비	2	1.4	2.8
외관상태	일반손상	전기설비	3	1.3	3.9
평가의견					
1. 개별부재의 상태평가지수(E ₂)=상태평가지수(E ₁)값 중 최솟값 =					2.8
2. 개별부재의 상태평가결과 =					c

개별부재 상태평가표					
개별부재명	전원, 피뢰	개별부재규모	변압기용량: 1000kVA 비상발전기용량: 100kW		표번호
복합부재명	전기설비	개별시설물명	배수펌프장		No. E1-2-2
근거(1단계) 표번호	No. E1-1-1 (1단계에서 다수의 개별부위 조사표가 작성된 경우에는 각각의 개별부위 표번호 기입)				
평가항목	평가유형	평가기준	평가점수 (M)	영향계수 (F)	평가지수 (E ₁ =M ×F)
작동상태	중요결함	전기설비	4	1.0	4.0
접지상태	국부결함	전기설비	4	1.1	4.4
열화상상태	국부결함	전기설비	3	1.2	3.6
외관상태	일반손상	전기설비	3	1.3	3.9
평가의견					
1. 개별부재의 상태평가지수(E ₂)=상태평가지수(E ₁)값 중 최솟값 =					3.6
2. 개별부재의 상태평가결과 =					b

3) 3단계 평가 : 복합부재 평가표 작성

기계설비의 복합부재는 단위설비를 의미하는 것으로 이를 구성하는 각각의 개별부재가 복합부재의 기능과 안전에 미치는 영향정도에 따라 복합부재 평가 시 그 중요도를 반영하는 것이 필요하다. 그러므로 기계설비에 있어서의 개별부재의 중요도는 개별부재별 규모(예 : 용량, 면적, 구경 등 책임기술자의 판단에 따라 결정)에 따라서 개별부재의 가중치를 적용하는 것을 원칙으로 한다. 단, 개별부재의 특성이나 상황 등에 따라 규모에 특수한 차이가 있다고 판단되는 경우에는 책임기술자가 개별부재별 규모를 $\pm 20\%$ 값 범위 내에서 조정할 수 있도록 한다.

또한, 복합부재의 안전은 상태가 나쁜 개별부재의 영향을 크게 받으므로 그에 상응하는 보정을 하기 위하여 [표 10.61]에 제시된 상태평가지수에 따른 조정계수(A)를 사용한다. 복합부재의 상태평가지수(E_3) 산정 시 조정계수의 사용은 개별부재의 상태평가지수(E_2) 별로 위험성이 큰 값에 보다 큰 가중치를 적용하여 부재전체의 안전성을 평가절하 하는 것으로서 이는 단순 산술평균법의 적용보다 다소 낮은 평가지수의 평가결과를 도출하고자함에 있다.

복합부재의 상태평가지수는 개별부재의 상태평가지수(E_2)에 중요도(W) 및 조정계수(A)를 반영하여 복합부재의 상태평가지수(E_3)를 산출하고 상태평가결과(알파벳 대문자)를 결정한다.

$$\text{복합부재의 상태평가지수 } (E_3) = \sum(E_2 \times A \times W) / \sum(A \times W)$$

여기서, E_2 : 개별시설물의 상태평가지수

A : 조정계수

W : 복합부재의 중요도 (시설물의 규모(m^3))

[표 10.68] 기계·전기설비 복합부재 중요도(예)

1) 펌프설비

시설물	기계설비		전기설비	합계
	펌프	배관		
중요도	40	20	40	100

2) 유입·도출수문

시설물	유입·도출수문	작동기	전기설비	합계
중요도	40	20	40	100

3) 제진기·스크린

시설물	제진기 (스크린)	작동기	전기설비	합계
중요도	40	20	40	100

※ 책임기술자는 현장 여건 및 시설물 유무에 따라 20% 범위에서 중요도를 조정할 수 있다.

[표 10.69] 기계·전기시설물 복합부재 중요도(예)

복합부재 상태평가표						
복합부재명	펌프설비	개별시설물명	기계설비			표번호
복합부재규모	양정H 5m × 동력P550kw × 토출량 600m³/분 x 4대					No. WP1-3-1
근거(2단계) 표번호	No. WP1-2-1, No. WP1-2-2, No. WP1-2-3					
개별부재구분	평가결과	상태평가 지수(E ₂)	조정계수 (A)	중요도 (W)	계산값 (A × W)	계산값 (E ₂ × A × W)
펌프1	B	3.6	2	40	80	288
배관1	B	4.0	2	20	40	160
전기설비1	B	3.6	2	40	80	288
합계(Σ)				100	200	736
평가의견						
1. 복합부재 상태평가지수(E ₃) = Σ(E ₂ ×A×W) / Σ(A×W) = 736/200=						3.68
2. 복합부재 상태평가결과 =						b

4) 4단계 평가 : 개별시설물 상태평가표 작성

기계·전기설비의 개별시설물은 대부분 동일한 기능과 형식을 가진 단위설비들의 복수계열로 이루어진 집합구조물로서 개별시설물을 구성하는 복합부재들은 각각 동일한 고유의 기능을 가지면서 다른 복합부재와 유기적으로 밀접하게 관계되어 있다.

따라서 개별시설물의 상태평가는 복합부재의 상태평가지수(E₃)에 복합부재의 중요도(%)를 반영하여 개별시설물의 상태평가지수(E₄)를 산출하고, [표 10.58]에서 제시한 상태평가지수의 범위에 따른 상태평가기준에 의해 개별시설물에 대한 상태평가결과(알파벳 대문자)를 결정한다.

또한, 개별시설물의 평가단계에서는 안전성평가가 필요한 경우 상태평가와 더불어 안전성평가를 수행하고, 상태평가결과와 안전성평가결과를 비교·검토하여 종합평가가 이루어진다.

개별시설물의 상태평가지수는 복합부재의 상태평가지수(E₃)의 최댓값(Max)과 최솟값(Min) 등을 반영하여 개별시설물의 상태평가지수(E₄)를 산출하고, 상태평가결과(알파벳 대문자)를 결정한다.

$$\text{개별시설물의 상태평가지수}(E_4) = \text{Min} + V_1 \times V_2$$

여기서, E₄ : 개별시설물의 상태평가지수

$$V_1 : 0.3 \times (\text{Max} - \text{Min})$$

$$V_2 : \Sigma(E_3 \times S) / (5 \times \Sigma S)$$

Max : 복합부재의 상태평가지수(E₃) 중 최댓값

Min : 복합부재의 상태평가지수(E₃) 중 최솟값

[표 10.70] 기계·전기설비 개별시설물의 상태평가표 예

개별시설물 상태평가표				
개별시설물명	기계·전기설비	개별시설물	펌프설비	표번호
근거(3단계) 표번호	No. WP1-3-1, No. WP2-3-1, No. WP3-3-1			No. WP-1
복합부재구분	평가결과	평가지수(E3)	용량 (m³/분) S	계산값(E₃×S)
1펌프설비	B	3.80	50	190
2펌프설비	B	3.64	25	91
3펌프설비	B	3.65	10	36.5
합계(Σ)			85	317.5
평가의견				
1. 복합부재의 상태평가지수(E₃) 중 최솟값(Min) = 3.64				
2. 복합부재의 상태평가지수(E₃) 중 최댓값(Max) = 3.80				
3. $V_1 = 0.3 \times (\text{Max} - \text{Min}) = 0.3 \times (3.80 - 3.64) = 0.048$				
4. $V_2 = \Sigma(E_3 \times S) / (5 \times \Sigma S) = 317.5 / (5 \times 85) = 0.747$				
5. 개별시설물의 상태평가지수(E₄)				
= Min + V₁×V₂ = 3.64 + 0.048 × 0.747 =				3.68
6. 개별시설물의 상태평가결과 =				B

개별시설물 상태평가표				
개별시설물명	기계설비	개별시설물	기타설비	표번호
근거(3단계) 표번호	No. GT1-3-1, No. GT2-3-1, No. GT3-3-1			No. GT-1
복합부재구분	평가결과	평가지수(E ₃)	용량 S	계산값(E ₃ ×S)
제진기 설비	B	3.64	50	182
유입수문	C	3.26	25	81.5
토출수문	C	3.26	25	81.5
합계(Σ)			100	345
평가의견	규모를 물의 통수면적에 준해서 결정하여 적용(예).			
1. 복합부재의 상태평가지수(E ₃) 중 최솟값(Min) = 3.26				
2. 복합부재의 상태평가지수(E ₃) 중 최댓값(Max) = 3.64				
3. $V_1 = 0.3 \times (\text{Max} - \text{Min}) = 0.3 \times (3.64 - 3.26) = 0.114$				
4. $V_2 = \Sigma(E_3 \times S) / (5 \times \Sigma S) = 345 / (5 \times 100) = 0.69$				
5. 개별시설물의 상태평가지수(E ₄)				
= Min + $V_1 \times V_2 = 3.26 + 0.114 \times 0.69 =$				3.33
6. 개별시설물의 상태평가결과 =				C

10.5 안전성평가기준 및 방법

10.5.1 일반

가. 안전성평가를 위한 선택과업

시설물의 안전성평가의 목적은 시설물이 제 기능 및 역할을 유지할 수 있는 구조적 안전성 및 운영상의 안전성에 대한 확보여부를 평가하는데 있으므로 현장으로부터 시설물의 현황과 상태 및 특성을 충분히 파악하여 제반 문제점을 도출하고 기초자료 분석 및 구조검토·해석 등에 의해 문제점에 대한 원인을 규명함과 더불어 안전성 여부를 판단하여야 한다.

안전성 평가를 위하여 기본과업 이외의 필요한 계측, 측정, 조사 및 시험 등의 선택과업을 시설물 종류 및 구조적 특성에 따라 책임기술자는 관리주체와 협의하여야 하며, 이를 위해서는 설계자료 검토, 시공방법과 사용재료의 검토, 기록을 통한 운영이력의 분석, 부재별 상태평가결과 및 각종 계측·측정·조사·시험 등을 통하여 충분한 기초자료를 확보하는 것이 중요하며, 안전성평가 시 검토할 사항은 다음과 같다.

- ① 비파괴 시험결과 분석
- ② 토질조사 등의 결과 분석
- ③ 시설물의 변형/변위 및 거동 등의 측정결과 분석
- ④ 구조물의 구조검토·해석결과 분석
- ⑤ 수문학적 안전성 해석
- ⑥ 기타 안전성평가를 위하여 필요한 사항
- ⑦ 내진성능평가

나. 안전성평가방법

1) 구조적 안전성 평가

구조물의 안전성 평가방법은 대부분 해석적 방법에 의해 이루어지며 특별한 경우 재하시험방법에 의해 수행하기도 한다.

(가) 해석적 방법에 의해 구조물의 안전성을 평가하는 경우의 조건

현장조사 및 수집 자료에 의해 얻어진 구조물의 치수, 시공 상세도, 재료의 성질 및 구조물의 결합 등을 종합하여 실제 상태대로 해석해야만 올바른 평가를 기대할 수 있으며, 구조설계기준 및 표준시방서 등에 규정된 설계 및 안전에 관한 제반기준을 적용하고 공인된 신뢰도가 있는 해석방법에 의해 평가되어야 한다.

(나) 구조물의 해석방법

강도설계법과 허용응력설계법이 있으며, 이 중 강도설계법을 원칙으로 하지만 특별한 경우에는 허용응력설계법을 적용할 수 있다.

- 강도설계법에서의 구조물 안전여유를 두 가지 측면에서 고려 사항

- 하중의 변경, 구조해석 시의 가정과 계산을 간단하게 함으로써 야기될지 모르는 초과하중의 영향을 고려한 하중계수
- 설계계산상의 불확실성, 부재의 다양한 형식에 대한 상대적 중요도, 재료의 설계 강도 및 실제단면치수와 제작시공기술 등에 관련된 다소의 불리한 오차들이 개별적으로는 허용한계에 있더라도 총체적으로 결합 시 부재의 강도감소를 초래할 가능성에 대비한 강도감소계수

이러한 하중계수와 강도감소계수에 의한 설계상의 구조물 안전여유율을 증가안전율이라 하며, 다음 식으로 표현된다. 이의 값은 활하중/고정하중의 비(L/D)와 휨부재 혹은 전단부재의 여부에 따라 차이를 갖는데 휨부재에서는 약 1.5~2.0이고 전단부재인 경우는 1.7~2.5정도의 값을 갖는다.

$$n' = \frac{\gamma_D + \gamma_L L/D}{\Phi(1 + L/D)}$$

여기서, n' : 증가안전율

γ_D : 고정하중계수

γ_L : 활하중계수

L/D : 활하중과 고정하중의 비

Φ : 강도감소계수

이와 같이 구조물의 해석 시 안전여유율이 고려되어 있으므로 현재 상태의 구조물에 대한 구조해석 결과가 콘크리트 구조기준 및 표준시방서 등의 안전도 기준에 미흡하다고 해서 구조물의 안전성이 없는 것이 아니라 단지, 구조물의 안전여유율이 적다는 것을 의미한다.

따라서 구조해석에 의한 구조물의 안전성 평가는 현재상태의 구조물이 얼마나 안전여유율을 확보하고 있는지의 정도에 따라 평가하는 것이 합리적이라 할 수 있다.

(다) 구조해석 결과의 평가의 적용

- 안전여유율이 증가안전율 이상인 경우
 - 안전성이 확보된 구조물로 평가
- 증가안전율 미만이나 안전여유율이 증가안전율의 약 75% 이상일 경우
 - 안전성은 있지만 충분치 못한 상태로서 구조물의 상태를 주기적으로 점검 및 과대하중 재하억제 등의 관리가 필요한 상태로 평가
- 안전여유율이 증가안전율의 약 75% 미만인 경우
 - 사용제한여부의 판단이 요구되거나 사용금지를 요하는 안전성이 결여된 구조물이라고 평가

2) 수문학적 안전성 평가

배수펌프장의 수문학적 안전성 평가방법은 해석적 방법에 의해 이루어진다.

(가) 계획우수량 산정

계획우수량은 다음 사항을 고려하여 정한다.

○ 우수유출량의산정식

- 최대계획우수유출량의산정은합리식에의하는것을원칙으로하되, 필요에 의해서 다양한 우수유출산정방법들이 사용가능하다.

○ 유출계수

- 유출계수는 토지이용도별 기초유출계수로부터 총괄유출계수를 구하는 것을 원칙으로 한다.

○ 확률년수

- 빗물펌프장의 확률년수는 30~50년을 원칙으로 하며, 지역의 특성 또는 방재상 필요성에 따라 이보다 크게 또는 작게 정할 수 있다.

○ 유달시간

- 유달시간은 유입시간과 유하시간을 합한 것으로서 전자는 최소단위배수구의 지표면 특성을 고려하여 구하며, 후자는 최상류관거의 끝으로부터 하류관거의 어떤 지점까지의 거리를 계획유량에 대응한 유속으로 나누어 구하는 것을 원칙으로 한다.

○ 배수면적

- 배수면적은 지형도를 기초로 도로, 철도 및 기존하천의 배치 등을 답사에 의해 충분히 조사하고 장래의 개발계획도 고려하여 정확히 구한다.

(나) 내수처리 계획

내수배제 계획은 인구가 밀집된 도시 또는 농경지의 침수 등 외수와 관련하여 내수 문제가 발생하는 지역에서 치수상의 안정성을 확보할 수 있도록 하여야 한다.

○ 허용침수

- 원칙적으로 즉시 배수가 이루어져야 하나 농경지이거나 제방붕괴와 파이핑 현상 등이 우려되는 부득이한 경우 경제성을 고려하여 일시적인 침수를 허용할 수 있다.
- 논외의 경우 허용침수심은 30cm이하로 하며 24시간을 초과하지 않도록 한다.

○ 계획수위

- 유수지의 계획홍수위는 보호하고자 하는 최저지반고보다 1.0m이상 낮게 계획하며 수리학적으로 동수경사가 지반위로 상승하지 않도록 설정해야 한다.

다. 안전성평가의 적용

안전성평가항목별 평가방법은 정량적으로 평가하기 어렵거나 또한 다양한 경우가 대부분이므로 상호의 평가결과를 비교하는 것이 필수적이다.

또한, 본 장에 기술되지 않은 평가항목으로서 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 본 장에 기술된 것과 같이 5단계의 안전성평가기준을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다.

또한 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

라. 내진성능평가

「법」 제12조제3항에 따라 내진성능평가를 실시할 경우 세부지침 공통편의 부록 6. 내진성능평가 공통적용사항과 KDS 51 17 00(하천 내진설계)등 관련 내진설계기준에 따라 시설물의 내진성능을 만족시키도록 내진성능평가를 수행하며, 배수펌프장과 관련된 ‘기존 시설물의 내진성능평가 및 향상요령’을 참고할 수 있다.

10.5.2 안전성평가기준

가. 구조해석적 안전성평가

배수펌프장의 시설물은 대부분 철근콘크리트구조로서 지표면 아래에 축조되므로 지하수의 부력, 지반의 부동침하 및 누수에 의한 지반함몰 등의 영향을 받고 각종 배관이 벽체 등을 관통하여 연결되는 구조물 부위는 하중 및 지지조건이 달라 부동침하의 영향을 받는다.

따라서 배수펌프장 시설물의 설계·준공도서 및 기존의 안전점검 또는 정밀안전진단 보고서 등을 검토하여 시설물의 안전성을 판단하거나, 실제 주요부재의 상태평가결과가 불량하게 나타나 현장조사 시 문제점이 발생한 부위를 대상으로 안전율(Safe factor, SF) 검토를 수행하여 시설물의 안전성을 판단하는 것이 필요하다.

외국에서의 시설물 안전성평가는 평가대상 항목의 안전율을 이용하여 상태지수를 계산하고 그 상태지수를 토대로 안전성평가기준에 근거하여 수행되고 있으며(US Army, 1990), 안전율 검토는 국내에서와 같이 허용응력설계법(부재의 발생응력과 허용응력의 비)이나 강도설계법(부재의 소요강도와 설계강도의 비)에 따라 구조물의 각 부재에 작용하는 외력에 의한 응력을 산정하여 이루어지고 있다.

일반적으로 배수펌프장 구조물은 지반과의 상호작용을 바탕으로 구조적 거동이 이루어지므로 구조해석에 필요한 경계조건, 토질상수 등은 설계·준공도서 또는 토질조사에 의해 얻거나, 건설기준코드(구 구조물의 기초 설계기준(국토교통부, 2014)) 등에 나와 있는 값을 참고로 하여 구한다.

구조해석은 탄성해석을 원칙으로 하며, 지지조건은 토질주상도가 있는 경우에는 지반스프링을 취하고, 토질주상도가 없는 경우에는 힌지와 롤러로써 지지조건을 부여한다.

하중의 조합을 통한 안전율 검토는 고정하중, 활하중, 전토압, 반토압 및 수압 등을

모두 고려하고 하중조합은 지하수의 유무에 따라 구분토록 하고, 강도감소계수와 하중계수는 콘크리트 구조기준에서 정해진 값을 적용하며 단면의 안전율은 휨, 전단 및 좌굴 등에 대하여 검토한다.

상기와 같은 내용을 근간으로 부재나 구조물의 구조적 안전율 정도에 따른 안전성평가 기준을 설정하면 다음 표와 같다.

[표 10.71] 부재 및 구조물의 안전성평가기준

평가기준	평가점수	안전성평가 내용	비 고
a	5	안전율(SF)이 1.0 이상이고 주부재에 손상이 없는 경우	◦ 허용응력설계법 $SF = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+1}}$ ◦ 강도설계법 $SF = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi M_n}{M_u}$
b	4	안전율(SF)이 1.0 이상이고 주부재에 손상(단면손실)이 있는 경우	
c	3	안전율(SF)이 1.0 미만~0.9이상	
d	2	안전율(SF)이 0.9 미만~0.75이상	
e	1	안전율(SF)이 0.75 미만	

나. 수문학적 안전성 평가

배수펌프장의 규모결정은 자연배수를 고려하는 통문과 유수지의 규모를 함께 고려하여 결정한다. 즉, 설계우수량을 결정하고 이것을 배수유역에 적용하여 유수지로 유입되는 누가 유입 수문곡선을 구한 뒤 누가 유입량과 누가펌프배출량곡선을 이용한 계산결과로부터 유수지와 배수펌프장의 규모를 결정한다.

내수배제시설을 설계할 때에는 계획빈도의 홍수량에 의하여 제내지가 침수되지 않도록 설계한다. 유수지의 계획홍수위는 보호하고자하는 최저 지반고보다 1.0m이상 낮게 계획하며 수리학적으로 동수경사가 지반위로 상승하지 않도록 설정하여야 한다. 또한, 배수펌프장의 펌프실, 관리실, 전기설비는 계획내수위에 여유고(1m이상)보다 높은 위치에 설치하여 침수로 인한 가동정지를 방지하도록 한다.

진단 시 다음과 같은 배수펌프장의 강우, 지형, 하도 조건 등 설계 조건을 확인하고, 변경되었을 경우 수문학적 안전성검토를 하여야 한다.

- 강우조건 : 설계빈도, 확률강우강도 공식, 강우지속시간
- 지형조건 : 유출계수, 유역의 크기, 유역의 표고
- 하도조건 : 계획홍수위(계획외수위), 홍수지속시간

배수펌프장의 수문학적 안전성평가를 하여야 할 경우 다음 표와 같은 방법으로 안전성을 평가할 수 있다.

[표 10.72] 수문학적 안전성평가기준

평가기준	평가점수	안전성평가 내용
a	5	최저지반고가 유수지 최고수위보다 높고, 배수펌프장(펌프실, 관리실, 전기설비) 설치표고가 여유고를 확보한 경우
b	4	—
c	3	최저지반고가 유수지 최고수위보다 높은 경우 배수펌프장(펌프실, 관리실, 전기설비) 설치표고가 여유고를 확보하지 못한 경우
d	2	최저지반고가 유수지 최고수위보다 낮고, 배수펌프장(펌프실, 관리실, 전기설비) 설치표고가 여유고를 확보한 경우
e	1	최저지반고가 유수지 최고수위보다 낮고, 배수펌프장(펌프실, 관리실, 전기설비) 설치표고가 여유고를 확보하지 못한 경우
< 해 설 > ○ 최저지반고는 내수배제시설이 보호하고자 하는 지역의 최저표고이다. ○ 유수지 최고수위는 설계시 검토조건과 자연배수가 불가능한 경우를 함께 검토한다. ○ 배수펌프장(펌프실, 관리실, 전기설비) 설치표고의 경우, 계획내수위에 대한 여유고는 1.0m 이상이다.		

10.5.3 안전성평가결과 산정 방법

가. 안전성평가결과 산정

안전성평가는 평가체계의 4단계에서 수행하는 평가로서 개별시설물에 대하여 실시하게 되므로 개별시설물을 구성하고 있는 각종 부재나 구조물의 구조해석을 통하여 얻어진 각각의 구조적 안전율들을 종합적으로 검토·분석함으로써 개별시설물에 대한 안전성평가가 이루어지게 된다.

따라서 개별시설물의 안전성평가가 합리적이고 정량적으로 이루어지도록 하기 위해서 다음과 같은 평가체계에 의해 안전성평가가 수행되도록 표준을 정하였다.

수문학적 해석을 수행한 경우 [표 10.72]의 기준의 의해 수문학적 안전성평가 결과 및 평가점수를 부여한다.

그리고 아래의 식을 사용하여 개별시설물에 대한 안전성평가지수(E_s)를 산정한 후 안전성평가지수의 범위에 따른 [표 10.73]의 안전성평가기준에 의해 개별시설물의 안전성평가결과를 결정한다.

안전성평가지수(E_s)를 산정하는 아래 식은 개별시설물을 구성하고 있는 각각의 부재나 구조물의 안전성평가결과들 중 가장 낮은 안전성평가결과보다 다소 상향된 개별시설물의 안전성평가결과를 가지게 된다.

한편, 부재나 구조물의 검토단면이 다수인 경우도 각 검토단면의 안전성평가결과(평가점수)를 하나의 검토항목으로 간주하여 아래 식에 의해 최종적인 개별시설물의 안전성평가결과를 결정할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{안전성평가지수}(E_s) &= L + 0.3(H - L) \frac{\sum_{i=1}^{N-2} M_i}{5 \times (N-2)}, (N > 2) \\ &= L + 0.3(H - L), (N = 2) \end{aligned}$$

여기서, N : 안전성평가항목 수

L : 검토항목의 안전성평가지수(평가점수) 중 최솟값

H : 검토항목의 안전성평가지수(평가점수) 중 최댓값

M_i : 검토항목의 최대 및 최솟값을 각각 1개씩 제외한 나머지 값들

[표 10.73] 안전성평가지수(E_s) 범위에 따른 안전성평가기준

안전성평가지수의 범위	안전성평가기준	비 고
$4.5 \leq E_s \leq 5.0$	A	
$3.5 \leq E_s < 4.5$	B	
$2.5 \leq E_s < 3.5$	C	
$1.5 \leq E_s < 2.5$	D	
$1.0 \leq E_s < 1.5$	E	

나. 안전성평가결과 산정 방법

본 안전성평가결과 산정 방법에서는 토목구조물을 중심으로 안전성평가표 작성 예를 다음 표에 제시하였으며, 나머지 시설물들(기계 및 전기설비 등)의 안전성평가표도 이에 준하여 작성토록 하고 개별시설물의 안전성평가지수에 의한 안전성평가결과는 알파벳 대문자로 표기한다.

[표 10.74] 토목구조물의 개별시설물에 대한 안전성평가표 예

개별시설물 안전성평가표				
개별시설물명	흡수조			표번호
개별시설물규모	철근콘크리트구조 (H3.5m × W12.0m × L=30.0m × 4지)			No. C1-1
평가항목	안전율(SF)	평가결과	평가점수	비 고
1호 흡수조	0.95	c	3	
2호 흡수조	1.03	b	4	균열 및 박락 등에 의한 단면손실 발생
3호 흡수조	1.12	a	5	
4호 흡수조	0.86	d	2	
수문학적 안전성	－	a	5	
평가의견				
1. 평가항목수 N= 4, 최소평가점수 L= 2, 최대평가점수 H= 5				
2. 개별시설물의 안전성평가지수(Es)				
= 2 + 0.3 × (5-2) × (3+4+5)/5 × (5-2) =				2.72
3. 개별시설물의 안전성평가결과 =				C

10.6 종합평가기준 및 방법

10.6.1 종합평가기준

시설물의 상태평가와 안전성평가를 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가 결과와 안전성평가결과를 종합적으로 비교·검토하여 그 시설물에 대한 종합평가를 결정하며, 시설물에 대한 종합평가기준은 [표 10.75]의 종합평가지수(E_4)에 따라 결정한다.

[표 10.75] 종합평가지수에 따른 종합평가기준

종합평가지수($E_{4\sim7}$)	종합평가기준	비 고
$4.5 \leq (E_{4\sim7}) \leq 5.0$	A	
$3.5 \leq (E_{4\sim7}) < 4.5$	B	
$2.5 \leq (E_{4\sim7}) < 3.5$	C	
$1.5 \leq (E_{4\sim7}) < 2.5$	D	
$1.0 \leq (E_{4\sim7}) < 1.5$	E	

10.6.2 종합평가결과 산정 방법

가. 종합평가결과 산정

1) 개별시설물

개별시설물의 종합평가결과 산정은 4단계 평가단계에서 수행하는 평가항목 중 하나로서 안전성평가를 실시하지 않는 경우에는 상태평가결과를 종합평가결과로 가름하지만 안전성평가를 실시하는 경우에는 개별시설물을 구성하고 있는 각각의 부재나 구조물의 상태 및 안전성평가결과로 산출된 개별시설물의 상태평가지수(E_c)와 안전성평가지수(E_s)중 작은 값을 종합평가지수(E_4)로 적용하여 [표 10.75]의 종합평가지수(E_4)에 따른 종합평가기준에 의해 개별시설물에 대한 종합평가결과를 부여한다.

$$\text{종합평가지수}(E_4) = \text{MIN}(E_c, E_s)$$

여기서, E_c : 상태평가지수

E_s : 안전성평가지수

2) 복합, 통합 및 종합시설물

개별시설물의 평가단계(4단계) 이후에 순차적으로 이루어지는 복합시설물의 종합평가(5단계), 통합시설물의 종합평가(6단계) 및 종합시설물의 종합평가(7단계) 시 수행되는 각각의 종합평가결과 산정은 개별시설물의 종합평가지수를 기초로 하여 시설물의 중요도(W) 및 [표 10.76]의 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하여 다음에 예시되는 종합평가결과 산정 예시에 따라 이루어진다.

[표 10.76] 종합평가지수에 따른 조정계수(A)

종합평가기준	A	B	C	D	E
종합평가지수 ($E_{4\sim7}$)	$5.0 \geq E_{4\sim7} \geq 4.5$	$4.5 > E_{4\sim7} \geq 3.5$	$3.5 > E_{4\sim7} \geq 2.5$	$2.5 > E_{4\sim7} \geq 1.5$	$1.5 > E_{4\sim7} \geq 1.0$
조정계수(A)	1	2	3	6	6

나. 종합평가결과 산정 방법

1) 4단계 평가 : 개별시설물 종합평가표 작성

개별시설물에 대한 안전성평가를 실시하지 않은 경우에는 앞에서 예시한 개별시설물 상태평가표 작성으로 가름되지만 안전성평가를 실시한 경우에는 개별시설물 상태평가표를 작성하지 않는다.

다음에 예시되는 [표 10.77]을 표준으로 개별시설물의 종합평가표를 작성토록 한다.

[표 10.77] 토목구조물의 개별시설물 종합평가표 예

개별시설물 종합평가표				
개별시설물명	흡수조	개별시설물 규모	철근콘크리트구조 (H3.5m×W12.0m×L=30.0m×4차)	표번호
				No. PS-4-1
상 태 평 가				
근거(3단계) 표번호	No. PS-3-1, No. PS-3-2, No. PS-3-3, No. PS-3-4			
복합부재구분	상태평가결과	상태평가지수(E ₃)	규모(S, m ³)	계산값(E ₃ ×S)
1호 흡수조	C	3.38	1,260	4,258.8
2호 흡수조	B	3.73	1,260	4,699.8
3호 흡수조	B	3.85	1,260	4,851.0
4호 흡수조	C	3.14	1,260	3,956.4
합계(Σ)			5,040	17,766.0
상태평가 의견				
1. 복합부재의 상태평가지수(E ₃) 중 최솟값(Min) = 3.14				
2. 복합부재의 상태평가지수(E ₃) 중 최댓값(Max) = 3.85				
3. V ₁ = 0.3×(Max - Min) = 0.3×(3.85 - 3.14) = 0.213				
4. V ₂ = Σ(E ₃ ×S)/5×ΣS = 17,766.0/5×5,040.0 = 0.705				
5. 개별시설물의 상태평가지수(E ₄)				
= Min + V ₁ ×V ₂ = 3.14 + 0.213×0.705 =				3.29
6. 개별시설물의 상태평가결과 = C				
안 전 성 평 가				
안전성평가항목	안전율(SF)	안전성평가결과	안전성평가점수	비 고
1호 흡수조	0.95	c	3	
2호 흡수조	1.03	b	4	단면손실 발생
3호 흡수조	1.12	a	5	
4호 흡수조	0.86	d	2	
수문학적 안전성	－	a	5	
안전성평가 의견				
1. 평가항목수 N= 4, 최소평가점수 L= 2, 최대평가점수 H= 5				
2. 개별시설물의 안전성평가지수(E _s)				
= 2 + 0.3×(5-2)×(3+4+5)/5×(5-2) =				2.72
3. 개별시설물의 안전성평가결과 = C				
종 합 평 가				
종합평가 의견				
상태평가지수 (E _c)	안전성평가지수 (E _s)	종합평가지수 (E ₄)	종합평가결과	
3.29	2.72	2.72	C	

2) 5단계 평가(토목) : 복합시설물 종합평가표 작성

배수펌프장의 복합시설물은 토목구조물 및 기전설비, 건축물 등으로서 기능과 역할이 각각 다른 개별시설물들의 집합으로 구성된다.

배수펌프장에서 각 개별시설물들의 문제발생 시 해당 복합시설물의 기능성 및 안전성에 미치는 영향도가 거의 비슷하다고 할 수 있으므로 개별시설물의 중요도는 개별시설물의 규모(크기)를 중요도로 반영하고, 앞에서 제시한 [표 10.76]의 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하는 아래 식을 적용하여 복합시설물의 종합평가지수(E₅)를 산출하고 앞의 [표 10.77]을 참조하여 복합시설물에 대한 종합평가결과를 결정한다.

$$\text{복합시설물의 종합평가지수}(E_5) = \sum(E_4 \times A \times S) / \sum(A \times S)$$

여기서, E₄ : 개별시설물의 종합평가지수

A : 조정계수

S : 시설물의 규모(m³)

다음 [표 10.78]에 토목구조물에 대한 복합시설물의 표준적인 종합평가표 작성 예를 나타내었으며, 기계 및 전기설비 등도 이의 표에 준하여 작성토록 한다.

[표 10.78] 토목구조물의 복합시설물 종합평가표 예

복합시설물 종합평가표						
복합시설물명	토목 구조물		복합시설물 규 모	시설용량(Q) 2000HP		표번호
근거(4단계) 표번호	No. AG-4-1, No. AS-4-1, No. AF-4-1, No. AW-4-1					No. WT-5-1
개별시설물구분	평가결과	평가지수 (E ₄)	조정계수 (A)	중요도 (W)	계산값 (A ×W)	계산값 (E ₅ ×A×W)
침사지	B	3.75	2	600.0	1,200.0	4,500.0
흡수조	C	2.72	3	5,040.0	15,120.0	41,126.4
토출수조	C	3.39	3	1,080.0	3,240.0	10,983.6
지하펌프실	B	4.34	2	1,400.0	2,800.0	12,152.0
합계(Σ)				8,120.0	22,360.0	68,762.0
평가의견						
1. 복합시설물의 종합평가지수(E ₅) = Σ(E ₄ ×A×W) / Σ(A×W) = 68,762.0 / 22,360.0= 3.08						
2. 복합시설물의 종합평가결과 = C						

3) 5단계 평가(기계) : 복합시설물 종합평가표 작성

배수펌프장의 복합시설물은 토목구조물 및 기전설비, 건축물 등으로서 기능과 역할이 각각 다른 개별시설물들의 집합으로 구성된다.

배수펌프장에서 각 개별시설물들의 문제발생 시 해당 복합시설물의 기능성 및 안전성에 미치는 영향도가 거의 비슷하다고 할 수 있으므로 개별시설물의 중요도는 개별시설물의 규모(크기)를 중요도로 반영하고, 앞에서 제시한 [표 10.77]의 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하는 아래 식을 적용하여 복합시설물의 종합평가지수(E₅)를 산출하고 앞의 [표 10.77]를 참조하여 복합시설물에 대한 종합평가결과를 결정한다.

$$\text{복합시설물의 종합평가지수}(E_5) = \sum(E_4 \times A \times W) / \sum(A \times W)$$

여기서, E₄ : 개별시설물의 종합평가지수

A : 조정계수

W : 중요도 (시설물의 규모(m³))

그러나 펌프설비와 제진기 및 유출입설비로 구분되는 기타설비는 규모를 통수체적(단면적)기준으로 복합시설물의 규모를 통상 50% : 50%로 볼 수 있으며, 이를 기준으로 책임기술자는 개별부재의 특성에 따라 규모를 중요도에 따라 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 ±20%값 범위 내에서 조정할 수 있다.

다음 [표 10.79]에 기전시설에 대한 복합시설물의 표준적인 종합평가표 작성 예를 나타내었다.

[표 10.79] 기전시설의 복합시설물 종합평가표 예

복합시설물 종합평가표						
복합시설물명		복합시설물 규 모			표번호	
근거(4단계) 표번호		No. WP-1 No. GT-1			No. PP-1	
개별시설물구분	평가결과	평가지수 (E ₄)	조정계수 (A)	중요도 (W)	계산값 (A×W)	계산값 (E ₅ ×A×W)
펌프설비	B	3.675	2	50	100.0	367.5
기타설비	C	3.333	3	50	150.0	500.0
합계(Σ)				100.0	250.0	867.5
평가의견						
1. 복합시설물의 종합평가지수(E ₅) = $\sum(E_4 \times A \times W) / \sum(A \times W) = 867.5 / 250.0 =$						3.47
2. 복합시설물의 종합평가결과 =						C

4) 6단계 평가 : 통합시설물 종합평가표 작성

배수펌프장의 통합시설물은 분야별 시설물로서 본체시설물, 수문, 유수지 등을 말하며, 각각의 통합시설물을 구성하는 복합시설물(토목구조물, 건축물, 기전설비 등)에서 문제가 발생하는 경우 해당 통합시설물의 기능성 및 안전성에 미치는 영향도가 차이를 갖는다고 볼 수 있으므로 복합시설물별 중요도에 대한 가중치를 고려하는 것이 필요하다. 따라서 각각의 중요도 합을 100으로 하여 복합시설물별 중요도(W)를 다음 [표 10.80]과 같이 설정하였다.

책임기술자는 통합시설물의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 $\pm 20\%$ 값 범위 내에서 조정할 수 있다.

[표 10.80] 복합시설물별 중요도(W)

복합시설물 구분	토목구조물	건축물	기전설비	비 고
중요도(W)	20	25	55	

- 중요도가 규정되지 않은 추가적인 복합시설물이 있는 경우
 - 그 복합시설물의 중요도를 책임기술자가 판단하여 정하고 기타의 복합시설물들은 규정된 비율대로 배분한다.
- 중요도는 제시되어 있으나 평가할 수 있는 해당 통합시설물이 없는 경우
 - 그 중요도를 나머지 통합시설물에 배분한다.

통합시설물의 종합평가는 각 복합시설물의 종합평가지수(E_5)에 위의 [표 10.80]에 설정한 복합시설물별 중요도(W)를 고려하고 앞에서 제시한 [표 10.76]의 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하는 아래 식을 적용하여 통합시설물의 종합평가지수(E_6)를 산출한 다음 앞의 [표 10.78] 및 [표 10.79]를 참조하여 통합시설물에 대한 종합평가결과를 결정한다.

$$\text{통합시설물의 종합평가지수}(E_6) = \sum(E_5 \times A \times W) / \sum(A \times W)$$

여기서, E_5 : 복합시설물의 종합평가지수

A : 조정계수

W : 복합시설물의 중요도

다음 [표 10.81]에 토목구조물에 대한 통합시설물의 표준적인 종합평가표 작성 예를 나타내었으며, 나머지 기계 및 전기설비 등도 이의 표에 준하여 작성토록 한다.

[표 10.81] 토목구조물의 통합시설물 종합평가표 예

통합시설물 종합평가표						
통합시설물명	본체시설물	통합시설물 규 모	시설용량(Q) 2000HP			표번호
근거(5단계) 표번호	No. WT-5-1, No. ST-5-1, No. OT-5-1					No. CC-6-1
복합시설물 구분	평가결과	평가지수 (E ₅)	조정 계수 (A)	중요도 (W)	계산값 (A ×W)	계산값 (E ₆ ×A×W)
토목구조물	C	3.08	3	20	60.0	184.8
건축물	A	4.55	1	25	25.0	113.8
기전설비	C	3.47	3	55	165.0	572.6
합계(Σ)				100	250	871.2
평가의견						
1. 통합시설물(토목구조물) 종합평가지수(E ₆)						
= Σ(E ₅ ×A×W) / Σ(A×W) = 871.2 / 250 =						3.48
2. 통합시설물(토목구조물) 종합평가결과 =						C

5) 7단계 평가 : 종합시설물 종합평가표 작성

배수펌프장상의 종합시설물은 평가대상 시설물의 총체를 말하는 것으로 각기 기능과 역할이 다르며, 전체적인 종합시설물에 대한 안전적 측면에서도 영향정도에 차이가 있는 분야별 시설물(통합시설물)의 집합으로 구성된다.

그러므로 평가단계에서 최종적으로 수행하는 종합시설물의 종합평가에서는 각 분야별 시설물(통합시설물)의 중요도를 반영하는 것이 필요함에 따라 아래 [표 10.82]과 같이 통합시설물별 중요도를 정하였으며, 통합시설물별 중요도의 합은 100이 되도록 하였으며, 책임기술자는 통합시설물의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 ±20%값 범위 내에서 조정할 수 있다.

[표 10.82] 분야별 시설물(통합시설물)의 중요도(W)

통합시설물 구분	본체시설물	수문	유수지	비 고
중요도(W)	80	10	10	

○ 중요도가 규정되지 않은 추가적인 통합시설물이 있는 경우

- 그 통합시설물의 중요도를 책임기술자가 판단하여 정하고 기타의 통합시설물들은 규정된 비율대로 배분한다.

○ 중요도는 제시되어 있으나 평가할 수 있는 해당 통합시설물이 없는 경우

- 그 중요도를 나머지 통합시설물에 배분한다.

통합시설물의 종합평가결과는 상기에서 정한 복합시설물별 중요도(W)와 앞에서 제시한 [표 10.80]의 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하는 아래 식을 적용하여 통합시설물의 종합평가지수(E₇)를 산출하고 앞의 [표 10.81]을 참조하여 결정한다.

$$\text{통합시설물의 종합평가지수}(E_7) = \sum(E_6 \times A \times W) / \sum(A \times W)$$

여기서, E₆ : 통합시설물의 종합평가지수

A : 조정계수

W : 복합시설물별 중요도

통합시설물의 평가등급 표기는 알파벳 대문자(A, B, C, D, E)를 사용하며, 다음 [표 10.83]에 통합시설물의 표준적인 종합평가표 작성 예를 제시하였다.

[표 10.83] 통합시설물의 종합평가표 예

종합시설물 종합평가표						
종합시설물명	○○배수펌프장	종합시설물 규 모	시설용량(Q) 2000HP			표번호
근거(6단계) 표번호	No. CC-6-1, No. AC-6-1, No. ME-6-1					No. TF-7-1
통합시설물 구분	평가결과	평가지수 (E ₆)	조정계수 (A)	중요도 (W)	계산값 (A×W)	계산값 (E ₆ ×A×S)
본체시설물	C	3.48	3	80	278.4	968.8
수문	B	4.18	2	10	20.0	83.6
유수지	B	4.23	2	10	20.0	84.6
합계(Σ)				100	318.4	1,137.0
평가의견						
1. 시설물(펌프장시설물) 종합평가지수(E ₇) = Σ(E ₆ ×A×W) / Σ(A×W) = 1,137.0 / 318.4 =						3.57
2. 종합시설물(펌프장시설물) 종합평가결과 =						B

10.7 보수·보강 방법

배수펌프장 시설물의 주요 보수·보강 방법을 소개하면 다음과 같다.

10.7.1 구조물 기초지반의 일반적인 보수·보강공법

- 그라우팅공법
- 치환공법
- 압성토공법
- 말뚝공법
- 아스팔트 및 점토차수공법
- 쉬트파일(Sheet Pile)공법, 토목섬유공법

10.7.2 콘크리트구조물의 손상에 대한 일반적인 보수·보강공법

- 표면보호공법
- 단면보수공법
- 강판접착공법
- 프리스트레스 도입공법
- 콘크리트 덧붙이기공법

10.7.3 전기설비

전기설비의 상태평가에 의해 손상 및 기기불량으로 판단되는 경우 주동력 기기의 정상가동 또는 주전원설비 시스템의 안전 확보를 위해 즉시 교체하도록 하고 경미한 손상에 대해서는 장래 유지보수 계획에 반영하여 보수하도록 한다.