
제16장 방 음 시 설

16.1 관리일반

16.2 현장조사

16.3 재료시험 항목 및 수량

16.4 상태평가기준 및 방법

16.5 안전성평가기준 및 방법

16.6 종합평가기준 및 방법

제16장 방음시설

16.1 관리일반

16.1.1 적용 범위

본 장은 시행령 별표1의2(제3종시설물의 범위)에서 정하고 있는 시설물 중 방음시설(방음터널)에 적용한다.

- 제3종시설물

- 방음시설

- 「도로법 시행령」 제3조제7호의 방음시설 중 터널 구조로 된 시설

방음터널의 특성에 따라 본 장의 서식을 적절히 응용하여 안전점검을 실시하며, 본장에서 제시되지 않은 사항은 다음의 법규나, 기준을 따른다.

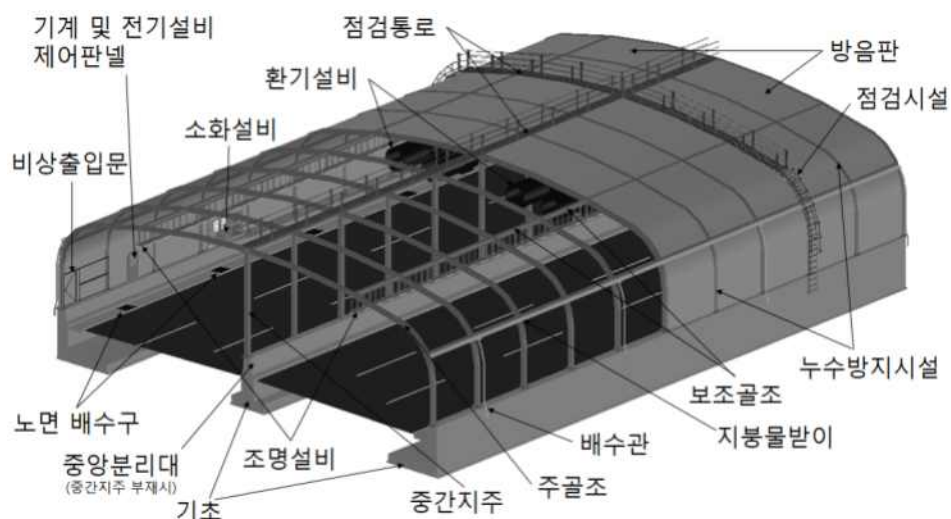
- 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙
- 방음시설의 성능 및 설치기준
- 도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침
- 건설기준코드(구 콘크리트 구조기준)
- 건설기준코드(구 강구조설계기준)
- 건설기준코드(구 콘크리트 표준시방서)
- 건설기준코드(구 강구조공사 표준시방서)
- 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)
- 그 외 관계법령 및 기준 등

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

16.1.2 용어 정의

- 개방부
 - 방음터널의 지붕 또는 측벽에 방음판이 설치되지 않은 개방된 부분을 말한다.
- 골조
 - 방음판을 고정하기 위하여 강재로 제작되는 터널형상의 구조물을 말한다.
- 기초
 - 방음터널의 최하부에 위치하여 방음판이 고정된 골조를 지지하며, 방음터널에 작용하는 하중을 지반에 전달하는 철근콘크리트 구조체를 말한다.
- 기초연결부
 - 기초와 주골조 간의 연결부
- 노면배수구
 - 노면 측면에 설치되는 배수시설을 말한다.
- 누수방지시설
 - 방음터널 내부로의 누수 방지를 위하여 알루미늄 덮개 및 간격재 등으로 구성되는 시설을 말한다.
- 덧지붕
 - 지붕에 개방부가 있는 방음터널에서 터널 내부로 우수 침입을 방지하기 위하여 지붕 상단에 조성하는 구조물을 말한다.
- 방음판
 - 소음을 흡수 또는 차단하기 위한 패널
- 방음터널
 - 교통소음을 흡수 또는 차단하여 도로 또는 철도 주변의 교통소음을 저감하기 위한 시설 중 터널과 형상이 유사한 구조의 방음시설을 말한다.
- 방재시설
 - 소화설비, 경보설비, 피난대피설비 및 시설, 소화활동설비, 비상전원설비 등 방재를 위하여 설치되는 시설을 말한다.
- 배수관
 - 지붕물받이의 우수를 바닥으로 배수하기 위한 관을 말한다.
- 보조골조
 - 주골조 간의 연결, 하중 분배 등을 위하여 주골조 간에 설치되는 부재
- 비상출입문
 - 비상시 방음터널 출입을 위하여 벽체에 설치되는 시설을 말한다.

- 주골조
 - 방음판을 고정하고 측벽과 지붕에 걸쳐 방음터널 단면을 형성하여 방음터널에 작용하는 주요하중을 지지하는 강골조 프레임 부재
- 어깨(shoulder)
 - 방음터널의 지붕과 측벽의 경계점을 말한다.
- 점검시설
 - 점검로 등 유지관리를 위하여 설치되는 시설을 말한다.
- 조명설비
 - 차량의 안전 이동을 위해 설치되는 터널 내부 조명을 말한다.
- 지붕(roof)
 - 방음터널 단면 상부의 천단을 포함한 좌우 어깨 사이의 구간을 말한다.
- 지붕물받이
 - 지붕의 우수를 배수하기 위하여 지붕 측면에 설치되는 물받이
- 측벽(wall)
 - 방음터널 어깨 하부로부터 기초와의 연결부에 이르는 구간을 말한다.
 - 방음판을 고정하기 위한 방음터널 어깨 하부의 철골구조 만을 가리키며, 철골구조를 지지하기 위한 하부 콘크리트부는 기초로 구분된다.
- 터널등급
 - 터널에 방재시설 설치를 위한 터널 분류 등급으로 「도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침」에 따른 연장등급과 위험도지수 평가에 의한 방재등급으로 구분한다.
- 환기설비
 - 터널 내 차량으로부터 배출되는 오염물질을 희석 또는 배기하기 위하여 신선공기를 급기하거나 오염공기를 배기하기 위한 설비를 말한다.



[그림 16.1] 방음터널에 설치되는 시설

16.1.3 안전점검 실시 범위

방음터널의 안전점검 실시 범위에 대한 세부적인 범위는 [표 16.1]과 같다.

대상시설물은 안전점검 대가기준에서 해당 시설물에 따라 예산을 확보하여야 한다.

[표 16.1] 방음터널의 안전점검 대상 시설범위

구 분	부재명/시설물명	점검 실시범위		비고
		정기안전점검	정밀안전점검	
기본시설	◦ 골조(주골조 및 보조골조)	○	○	
	◦ 방음판	○	○	
	◦ 기초콘크리트	○	○	
부속시설	◦ 배수시설	○	○	
	◦ 안전 및 기타시설	○	○	
	◦ 점검시설	○	○	
	◦ 방재시설	○	○	
공중이 이용하는 부위	◦ 추락방지시설	○	○	
	◦ 도로포장	○	○	
	◦ 도로부 신축이음부	○	○	
	◦ 환기구 등의 덮개	○	○	

16.1.4 중대한 결함 등의 정도

가. 중대한 결함의 적용 범위

‘중대한 결함’이란, 방음터널의 구조안전에 중대한 영향을 미치는 것으로 인정되는 결함으로 대통령령으로 정하는 중대한 결함을 의미하며, 그 적용 범위는 다음과 같다.

다만, 시설물의 전반적인 상태 및 환경 여건에 따라 중대한 결함이 방음터널의 안전성에 미치는 영향 정도를 고려하여 책임기술자가 조정할 수 있다.

1) 주골조의 내력손실

- [표 16.10]의 주골조에 대한 내구성(변형 또는 파단, 강재의 부식) 상태평가기준이 “d” 이하인 경우
- [표 16.11]의 주골조 기울기에 대한 상태평가기준이 “d” 이하인 경우
- [표 16.12]의 주골조 변위·변형에 대한 상태평가기준이 “d” 이하인 경우

2) 주골조연결부의 용접 또는 접합 불량

- [표 16.10]의 주골조에 대한 내구성(볼트 접합상태, 용접 접합상태)상태평가기준이 “d” 이하인 경우

3) 방음판의 탈락

- [표 16.14]의 방음판의 손상에 대한 상태평가기준이 “e”인 경우

4) 기초콘크리트의 내력손실

- [표 16.15]에서 기초콘크리트에 대한 상태평가기준이 “d” 이하의 경우

5) 기초연결부의 연결부실로 인한 내력상실

- [표 16.16]의 기초연결부에 대한 상태평가기준이 “e” 인 경우

나. 공중이 이용하는 부위의 적용 범위

방음터널의 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

- [표 16.17]의 추락방지시설에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

2) 도로포장

- [표 16.18]의 도로포장에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

3) 도로부 신축이음부

- [표 16.19]의 도로부 신축이음부에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

4) 환기구 등의 덮개

- [표 16.20]의 환기구 등의 덮개에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

16.2 현장조사

16.2.1 시설물의 점검사항

방음터널은 고유기능을 수행하는 주골조, 보조골조, 방음판, 기초콘크리트 및 기초 연결부가 있으며 이외에 환기, 소방, 유지관리 등을 위한 방재시설, 점검시설, 배수시설 등이 설치되어 있다.

본 세부지침에서는 이러한 방음터널의 구성요소를 고려하여 점검부위별 점검항목을 구성하였으며 세부 구성은 아래와 같다.

가. 정기안전점검 점검항목

정기안전점검은 경험과 기술, 자격을 갖춘 사람에 의한 세심한 외관조사 수준의 점검으로서 시설물의 기능적 상태를 판단하고 시설물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위한 관찰로 이루어지며, 방음터널의 구조적 특성에 따른 제반 관리사항을 각 특성에 맞게 점검할 필요가 있다.

[표 16.2] 방음터널의 정기안전점검 점검항목

구 분	점검부위	점검항목	비고
골조	◦주골조	◦변형, 파단 등 손상 상태 ◦부식 또는 단면 손실 상태 ◦연결부 볼트 풀림 및 탈락, 용접불량	
	◦보조골조	◦변형, 파단 등 손상 상태 ◦부식 또는 단면 손실 상태 ◦연결부 볼트 풀림 및 탈락, 용접불량	
기초연결부		◦기초연결부의 상태(앵커볼트 결함, 너트 풀림 등)	
기초콘크리트		◦콘크리트 표면 손상상태 또는 철근 노출 상태	
방음판		◦불투명방음판의 부식 또는 변형 ◦투명방음판의 균열 또는 파손	
부속시설	◦배수시설	◦막힘 및 손상 상태	
	◦안전 및 기타시설	◦방호벽, 가드레일, 조명설비 등의 손상상태	
	◦점검시설	◦손상상태	
	◦방재시설	◦방재시설의 설치상태	

나. 정밀안전점검 점검항목

정밀안전점검에서는 육안검사 및 간단한 측정·시험 결과를 근거로 이전의 점검·진단에서 발견된 결함·손상의 진전 또는 신규로 발생한 현황을 주요 부재별로 상태를 판단하고, 이전의 결과와 비교·검토하여 방음터널에 대한 상태평가 등급을 결정하며, 결함부위 등 주요 부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.

[표 16.3] 방음터널 기본시설의 정밀안전점검 점검항목

구 분	점검부위	점검항목	비고
골조	◦주골조	◦변위·변형(기움, 처짐 등) 상태 ◦변형, 파단 등 손상 상태 ◦부식 또는 단면 손실 상태 ◦연결부 볼트 풀림 및 탈락, 용접불량	
	◦보조골조	◦변형, 파단 등 손상 상태 ◦부식 또는 단면 손실 상태 ◦연결부 볼트 풀림 및 탈락, 용접불량	
기초연결부		◦기초연결부의 상태(앵커볼트 결함, 너트 풀림 등)	
기초콘크리트		◦콘크리트 표면 손상상태 또는 철근 노출 상태	
방음판		◦불투명방음판의 부식 또는 변형 ◦투명방음판의 균열 또는 파손	

[표 16.4] 방음터널 부속시설의 정밀안전점검 점검항목

구 분	점검부위	점검항목	비고
부속시설	◦배수시설	◦막힘 및 손상 상태	
	◦안전 및 기타시설	◦방호벽, 가드레일, 조명설비 등의 손상상태	
	◦점검시설	◦손상상태	
	◦방재시설	◦방재시설의 설치상태	

다. 공중이 이용하는 부위

[표 16.5] 공중이 이용하는 부위 점검항목

구분		조사항목	내 용
추락방지 시설	부재 상태 및 내구성	규격	지지구조 철물, 연결재 등의 규격
		접합 및 고정상태	지지구조 철물, 연결재 등의 접합 및 고정상태
		탈락 및 파손	지지구조 철물, 연결재 등의 탈락 및 파손 유무
		부식도	지지구조 철물, 연결재 등의 부식유무
	변위·변형	처짐변형	지지구조 철물, 연결재 등의 처짐 및 변형유무
도로 포장	포장상태 및 내구성	아스팔트 상태	균열, 함몰, 단차 및 요철, 블리딩, 마모 발생 상태
		콘크리트 상태	균열, 마모, 박리, 파손 발생 상태
		신축이음 전후, 구조물 경계부	단차, 파손 발생 상태
		곡선부, 중차량 통행차로	마모, 바퀴자국 발생 상태
		배수구 주변	물고임 발생 상태
도로부 신축 이음부	본체 설치상태 및 부재 내구성	설치 및 관리상태	충격음, 본체유동 및 파손, 누수, 유간부족 및 과다, 유간 오물퇴적 발생 상태
		고무재	고무판 마모, 강판노출 및 부식 상태
		강재	강재 연결부 이완 및 파손 상태
	후타재 설치상태 및 부내구성		단차(본체, 교면포장, 접속슬래브), 균열 및 파손 발생 상태
환기구 등의 덮개	부재 상태 및 내구성	규격	지지구조 및 연결재 등의 규격
		접합 및 고정상태	지지구조, 연결재 등의 접합 및 고정상태
		탈락 및 파손	지지구조, 연결재 등의 탈락 및 파손 유무
		부식도	지지구조, 연결재 등의 부식 유무
		걸침턱 및 추락방지시설	걸침턱, 추락방지시설 등의 상태 및 유무
	변위·변형	처짐변형	환기구 덮개 등의 처짐 및 변형 유무

16.2.2 현장조사 요령

가. 측점 분할

1) 일반사항

- 측점 분할 작업은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로서 방음터널의 진행 방향으로 위치를 표시하는 작업을 말한다.
- 예비조사와 기타 사전조사 시에 입수한 자료를 검토하여 도면에서의 표기 방식을 참고로 현장에서 해당 위치를 표시하고, 위치 표시는 현장에서 쉽게 식별될 수 있도록 하여 추후 유지관리 시에도 활용할 수 있어야 한다.

2) 조사수량 및 측정방법

- 정밀안전점검 시 측점 분할 간격은 각종 현장 조사 시 좌우로 확인 가능한 거리인 5.0m 내외가 적당하며 면밀한 조사가 필요한 구간에 대하여는 별도로 세분해야 하고, 내업 정리 및 분석 작업은 20m 간격 또는 시공이음부를 기준으로 조정 가능하다.

3) 결과분석

- 국부적인 표면 오염이나 습기 등이 있는 경우 이를 제거하고 스프레이, 매직, 유성 펜 등으로 표시 하며 석필, 분필 등으로 표시할 수도 있으며, 현장에서 기 표시된 측점은 반드시 확인하여야 한다.
- 측점분할은 통상 방음터널 입구부터 시작하여 출구에서 끝나며 분할에 따른 오차를 최소화하고, 단면 변화 구간 등 현장에서 직접 확인 가능한 위치는 현장조사 전에 위치를 파악하여, 측점 분할함으로써 오차를 줄인다.

나. 변위·변형 조사

1) 일반사항

- 변위·변형 조사는 부등침하, 주굴조의 내하력 저하 등으로 인한 주굴조의 기울기 및 처짐을 측정하는 작업을 말한다.

2) 조사수량 및 측정방법

- 정밀안전점검 시 변형이 발생하였거나, 발생 가능성이 있는 주굴조 3개 이상에 대하여 지붕부재의 처짐 및 측벽기둥의 기울기를 측정하며, 3회 반복 측정치의 산술 평균치를 측정치로 한다.
- 처짐은 말굽형 또는 지붕형 단면 방음터널의 경우 지붕의 중앙부, 아치형 단면 방음터널의 경우 크라운부를 레벨 등의 기구로 측정한다.
- 기울기는 말굽형 또는 지붕형 단면 방음터널의 경우 측벽기둥에서 측정하며, 트랜싯 또는 이와 유사한 기구를 이용한다.

3) 결과분석

- 처짐은 지붕 중앙부의 수직변위를 순경간으로 나누어 산정한다.
처짐 = 수직변위/순경간

- 기울기는 측벽기둥의 종방향 및 횡방향 수평변위를 측정높이로 나누어 산정한다.

$$\text{기울기} = \text{수평변위} / \text{측정높이}$$

다. 콘크리트 비파괴시험(반발경도시험)

1) 일반사항

- 반발경도시험은 방음터널 기초콘크리트 또는 중간기둥이 있는 콘크리트 중양분리대(이하 ‘중분대’)의 압축강도 추정을 위하여 수행한다.

2) 조사수량 및 측정방법

- 정밀안전점검 시 총연장 200m 미만 방음터널은 측벽당 1개소, 총연장 200m 이상일 경우 측벽당 (총연장÷200m)개소 측정한다.
- 중간기둥이 있는 콘크리트 중분대는 총연장 200m 미만일 경우 1개소, 총연장 200m 이상일 경우 (총연장÷200m)개소 측정한다.
- 반발경도시험은 공통편 부록 1의 2.1 “반발경도시험”에 제시된 절차에 따라 측정한다.

3) 결과분석

- 책임기술자는 측정된 압축강도 추정값의 위치별 차이와 최대, 최소 및 평균값을 산정하여 설계강도와 비교·분석하고, 필요 시 공통편 부록 1의 2.3 “콘크리트 코어시험”을 수행한다.

라. 콘크리트 탄산화 깊이 측정

1) 일반사항

- 탄산화 깊이 측정은 콘크리트 내에 매입된 철근을 부식시킬 수 있는 탄산화의 영향을 파악하기 위하여 수행한다.
- 방음터널 기초콘크리트 또는 중간기둥이 있는 콘크리트 중분대의 탄산화 깊이 측정을 위하여 수행한다.

2) 조사수량 및 측정방법

- 정밀안전점검 시 총연장 500m 미만 방음터널은 측벽당 1개소, 총연장 500m 이상일 경우 500m당 1개소를 추가 측정한다. 중간기둥이 있는 콘크리트 중분대는 (총연장÷500m)개소 측정한다.
- 탄산화 깊이는 공통편 부록 1의 2.6 “탄산화 깊이 측정”에 제시된 절차에 따라 측정하며, “드릴링에 의해 채취되는 콘크리트 가루를 이용하는 방법” 적용을 기본으로 한다.

3) 결과분석

- 측정한 탄산화 깊이와 철근의 피복두께의 비율을 이용하여 평가하며, 피복두께는 철근탐사시험을 통하여 측정한 경우는 실측치를 기준으로 하나, 실측치가 없는 경우는 설계도의 수치를 따른다.

마. 강재의 부식 등 조사

1) 일반사항

- 강재 표면 부식 조사는 외관조사 및 간단한 계측기구를 이용하여 도금(도장) 손상과 강재 및 접합부 부식을 조사하는 작업을 말한다.

2) 조사수량 및 측정방법

- 정밀안전점검 시 부식이 발생한 골조 부재 3개소 이상, 발견된 부식이 없을 경우 발생 가능성이 있는 골조 부재 3개소 이상에 대하여 수행한다.
- 책임기술자의 판단에 의해 수량의 조정이 가능하며, 조정 시에는 그 사유를 명기하여야 한다.
- 외관조사와 간단한 계측기구를 이용하여 도금(도장) 손상, 강재 또는 연결부 부식을 조사한다.

3) 결과분석

- 도금(도장) 손상, 강재 또는 접합부, 강재 부식과 단면손상 조사 결과를 분석하여 강재에 대한 상태평가에 반영한다.

바. 볼트연결부 결함 조사

1) 일반사항

- 주골조와 보조골조 볼트연결부에 대한 외관조사를 통하여 부식, 볼트·너트의 이완, 조임 미흡 또는 체결 누락 등의 손상 및 결함을 파악하고, 볼트연결부의 안전성을 평가한다.

2) 조사수량 및 측정방법

- 정밀안전점검 시 손상·결함이 발생한 볼트연결부 3개소 이상, 발견된 볼트접합부 손상·결함이 없을 경우 발생 가능성이 있는 볼트접합부 3개소 이상에 대하여 수행한다.
- 외관조사와 토크검사를 통하여 볼트연결부의 결함을 파악한다.

3) 결과분석

- 주골조의 경우 볼트연결부의 볼트·너트 풀림 또는 탈락 발생율을 산정하여 볼트·너트 접합상태를 평가한다.
- 보조골조의 경우 볼트연결부에 사용된 볼트의 개수를 고려하여 볼트연결부 결함을 정성적으로 평가한다.

사. 용접부 결함 조사

1) 일반사항

- 주골조와 보조골조 용접접합부에 대한 외관조사를 통하여 용접부의 부식, 변형, 단면손실 등의 손상 및 결함을 파악하고, 용접접합부의 안전성을 평가한다.

2) 조사수량 및 측정방법

- 정밀안전점검 시 손상·결함이 발생한 용접접합부 3개소 이상, 발견된 용접접합부 손상·결함이 없을 경우 발생 가능성이 있는 용접접합부 3개소 이상에 대하여

수행한다.

- 외관조사를 통하여 용접접합부의 결함을 파악한다.

3) 결과분석

- 발견된 용접부 결함이 용접접합부의 안전성에 미칠 수 있는 영향을 분석하여 용접 접합상태에 대한 평가가 적절히 수행될 수 있도록 한다.

아. 콘크리트강도(국부파괴시험법)

1) 일반사항

- 콘크리트 상태평가 중 가장 신뢰할 수 있는 방법으로 반발경도시험법 등 비파괴 시험법에 따른 압축강도 추정치의 신뢰성 확보를 위하여 수행한다.
- 콘크리트 코어를 채취할 경우 그 채취 지점은 구조물에 영향이 최소화되는 지점을 선정토록 하며, 이전에 수행한 정밀안전점검에서 코어채취 및 실내시험에 대한 자료가 충분하고 평가기준에 적합한 경우 기존의 자료를 이용할 수 있다.

2) 조사수량 및 측정방법

- 정밀안전점검 시 공통편 부록 1의 2.3 “콘크리트 코어시험”에 제시된 절차에 따라 수행한다.
- 코어채취 과정에서 구조물 및 코어 공시체가 손상이 되지 않도록 하여야 하며, 채취된 코어의 강도시험 방법은 KS F 2422 규격에 준한다.
- 코어 수량은 2개 이상으로 하며, 열화 손상이 심한 장소에서 코어를 채취할 경우에는 인접하여 비교적 양호한 장소에서도 코어를 채취하여 상호 비교한다.

3) 결과분석

- 코어강도 측정 시 공통편 부록 1의 2.3 “콘크리트 코어시험”에 제시된 코어강도 영향인자를 고려하여 보정한다.
- 코어강도는 설계강도와의 비교 이외에 반발경도시험법에 따른 추정압축강도의 보정을 위한 상관관계 도출에 활용한다.

자. 철근탐사시험

1) 일반사항

- 철근탐사시험은 철근의 위치, 지름, 콘크리트 피복 두께를 포함한 철근 정보 파악을 통해 기초콘크리트의 안전성을 검토하기 위하여 수행한다.
- 철근의 위치, 지름, 콘크리트 피복 두께 파악을 통하여 기초콘크리트 배근의 적절성과 내력을 평가할 수 있으며, 안전성평가에 활용할 수 있다.

2) 조사수량 및 측정방법

- 정밀안전점검 시 총연장 200m 미만 방음터널은 측벽당 1개소, 총연장 200m 이상일 경우 측벽당 (총연장÷200m)개소 측정한다.
- 중간기둥이 있는 콘크리트 중분대는 총연장 200m 미만일 경우 1개소, 총연장 200m 이상일 경우 (총연장÷200m)개소 측정한다.
- 정밀안전점검 시 공통편 부록 1의 2.4 “철근탐사시험”에 제시된 절차에 따라 수행한다.

3) 결과분석

- 철근탐사장비는 제작사의 매뉴얼에 의하여 비교적 쉽게 사용 가능하나, 탐사 결과의 판독에 있어서는 각 장비마다 제공하는 탐사 가능 범위 및 오차가 실제와는 다른 경우가 많고, 분석 방법에 따라 또는 판독자에 따라 많은 오차 가능성을 포함하고 있으므로 시험정밀도를 높일 수 있도록 다음 사항을 검토하여 시험해야 한다.
 - 탐사조건 및 적용한계
 - 활용에서의 주의사항
 - 활용 제고를 위한 조건

차. 콘크리트 염화물함유량 시험

1) 일반사항

- 콘크리트 염화물함유량 시험은 철근의 피막을 파괴하여 부식을 유발하고 콘크리트 구조물의 성능을 저하할 수 있는 콘크리트 중의 염화물이온을 측정하기 위하여 수행한다.
- 방음터널 기초콘크리트는 동절기 염화칼슘 등의 사용에 따라 염해의 우려가 있으므로 교량편 1.3 “재료시험 항목 및 평가방법”에 제시된 해안에서의 거리 조건에 관계없이 염화물함유량 시험을 실시한다.

2) 조사수량 및 측정방법

- 정밀안전점검 시 총연장 500m 미만 방음터널은 측벽당 1개소, 총연장 500m 이상일 경우 500m당 1개소를 추가 측정한다. 중간기둥이 있는 콘크리트 중분대는 (총연장÷500m)개소 측정한다.
- 시험 시 기초콘크리트(또는 중간기둥이 있을 경우 콘크리트 중분대)의 철근깊이까지 10mm ~ 20mm 단위로 깊이별로 구분하여 KS F 2713의 산-가용성 염화물시험 방법으로 실시하여 염화물의 분포를 파악하여야 한다.
- 시험은 성능평가편 공통편 부록 1의 2.8 “염화물 침투량 시험”에 제시된 절차에 따라 수행한다.
- 책임기술자의 판단에 의해 수량의 조정이 가능하며, 조정 시에는 그 사유를 명기하여야 한다.

3) 결과분석

- 기초콘크리트 및 중간기둥이 있는 콘크리트 중분대에 대하여 염화물함유량을 측정하여 결과를 분석한다.

16.3 재료시험 항목 및 수량

16.3.1 정밀안전점검

가. 재료시험 항목 및 평가방법

[표 16.6] 정밀안전점검 재료시험 평가방법

구 분	재료시험 항목	평가방법
기본과업	○ 측정분할	○ 신축이음부 또는 평가단위로 분할
	○ 변위·변형 조사	○ 구조물의 기울기 및 처짐 측정
	○ 콘크리트강도 - 비파괴시험법 : 반발경도시험	○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함
	○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
선택과업	○ 강재의 부식 등 조사	○ 골조의 부식 평가 ○ 도금·도장 손상 평가
	○ 볼트접합부 결함 조사	○ 볼트접합부 풀림 및 망실 등 평가
	○ 용접부 결함 조사	○ 용접접합부 균열 및 언더컷 등 평가
	○ 콘크리트강도(국부파괴시험법)	○ 콘크리트강도 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등
	○ 철근탐사 시험	○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
	○ 콘크리트 염화물함유량 시험	○ 기초 콘크리트 시료 채취 및 평가

나. 재료시험 기준수량

[표 16.7] 정밀안전점검의 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	기준수량	비 고
측점분할	○ 20m 간격 ○ 신축이음부	
변위·변형 조사	○ 변형이 발생되었거나, 발생가능성이 있는 주골조 3개 이상	
콘크리트강도 (반발경도시험)	○ 측벽 -총연장 200m미만: 2개소 (측벽당 1개소) -총연장 200m이상: (총연장÷200m)×2개소 ○ 중분대: (총연장÷200m)개소 (중분대는 중간기둥이 있는 경우에 한함)	
콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 측벽 -총연장 500m미만: 2개소 (측벽당 1개소) -총연장 500m이상: 최소2개소+500m당 1개소 추가 ○ 중분대: (총연장÷500m)개소 (중분대는 중간기둥이 있는 경우에 한함)	

[표 16.8] 정밀안전점검의 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	기준수량	비 고
부식 조사 (계측기구 이용)	- 부식이 발생한 골조 부재 3개소 이상 - 발견된 부식이 없을 경우 발생 가능성이 있는 골조 부재 3개소 이상	
볼트접합부 결함 조사	- 결함이 발생한 볼트접합부 - 발견된 볼트접합부 볼트 풀림이나 탈락이 없을 경우 발생 가능성이 있는 볼트접합부 3개소 이상	
용접부 결함 조사	- 결함이 발생한 용접접합부 3개소 이상 - 발견된 용접접합부 결함이 없을 경우 발생 가능성이 있는 용접접합부 3개소 이상	
콘크리트강도 (국부파괴시험법)	과업내용에 의해 조사 및 수량 결정	
철근탐사 시험	- 측벽 - 총연장 200m미만: 2개소 (측벽당 1개소) - 총연장 200m이상: (총연장÷200m)×2개소 - 중분대: (총연장÷200m)개소 (중분대는 중간기둥이 있는 경우에 한함)	
콘크리트 염화물 함유량 시험	- 측벽 - 총연장 500m미만 : 2개소 (측벽당 1개소) - 총연장 500m이상 : 최소2개소+500m당 1개소 추가 - 중분대: (총연장÷500m)개소 (중분대는 중간기둥이 있는 경우에 한함)	

16.4 상태평가기준 및 방법

16.4.1 상태평가항목 및 기준

가. 부재별 상태평가 적용범위

부재별 상태평가기준은 방음터널을 골조, 방음판, 기초연결부 및 기초콘크리트로 구분하고, 골조는 주골조와 보조골조로 세분하였으며, 아래의 표와 같이 부재별 상태평가기준을 마련하였다.

부재별 상태평가는 전체 수량에 대한 손상수량의 비율에 의해 평가하는 정량적 평가와 시설물의 상태에 대한 점검자의 주관적인 의견에 의한 정성적 평가를 동시에 수행하며 정성적 평가 시 점검자에 의한 편차를 줄이기 위해 손상수량 및 손상현황에 대한 정도를 정확히 파악하여야 한다.

[표 16.9] 방음터널의 부재별 상태평가기준

구분		조사항목	내 용	
주골조 · 보조 골조	내구성	변형(좌굴), 파단	주골조의 변형(좌굴)	
		용접 접합상태	용접부 결함(균열, 부식 등)	
		볼트 접합상태	볼트 누락, 풀림, 이완 등	
		강재의 부식도	강재 부식상태	
주골조	변위 · 변형	기울기	주골조의 기울기	
		처짐	주골조의 처짐	
방음판		부식 또는 변형	불투명방음판의 부식 또는 변형	
		균열 또는 파손	투명방음판의 균열 또는 파손	
기초콘크리트		균열	기초콘크리트의 균열	
		파손 및 손상	기초콘크리트 파손 및 손상	
		재질 열화	백태, 박리, 층분리 및 박락	기초콘크리트 표면 백태, 박리, 층분리 및 박락
			철근부식	기초콘크리트 철근 부식
			탄산화	기초콘크리트 탄산화
기초연결부		볼트 풀림 · 탈락, 부식	기초연결부 볼트 풀림 · 탈락, 부식	

나. 상태평가항목별 기준

1) 주골조의 내구성

[표 16.10] 주골조의 내구성 상태평가기준

기준	변형 또는 파단	볼트 접합상태	용접 접합상태	강재의 부식
a	○ 없음	○ 결함이 없는 상태	○ 결함이 없는 상태	○ 없음
b	○ 주골조 부재는 변형이 없으나, 보강재*에 경미한 변형 발생	○ 주골조 연결부의 볼트 풀림 · 탈락발생율 ¹⁾ 5% 미만	○ 용접연결부에 국부적인 미세결함이 있는 양호한 상태	○ 주골조 표면 도금 (도장) 일부에 박리 등의 손상발생면적이 10%미만 ○ 부식발생 면적 ²⁾ 2% 미만
c	○ 주골조 부재의 국부적 변형	○ 주골조 연결부의 볼트 풀림 · 탈락발생율 5% 이상 10% 미만	○ 용접연결부에 부분적으로 결함이 있는 보통의 상태	○ 주골조 표면 도금 (도장) 일부에 박리 등의 손상발생면적이 10%이상인 상태 ○ 부식발생 면적 2%이상 10% 미만 ○ 부식에 의한 단면손상 면적 2% 미만
d	○ 주골조 부재의 전반적 변형 및 파단 ○ 좌굴에 의한 주골조 부재 변형	○ 주골조 연결부의 볼트 풀림 · 탈락발생율 10% 이상 30% 미만	○ 용접연결부에 광범위하게 결함이 발생되어 내력저하의 우려가 있는 불량한 상태	○ 부식발생 면적 10% 이상의 광범위한 부식 ○ 부식에 의한 단면손상 면적 2% 이상 10% 미만
e	○ 좌굴에 의한 과대 변형 및 파단으로 주골조 부재의 안전성 저하	○ 주골조 연결부의 볼트 풀림 · 탈락발생율 30% 이상	○ 용접연결부 전반에 걸쳐 심각한 결함 (변형, 단면 손실 등)이 발생하여 연결 기능이 상실된 상태	○ 부식에 의한 단면손상 면적 10% 이상

* 주골조(구조부재)의 좌굴 등을 방지하기 위해 장치되는 판 또는 작은 부재(스티프너, 가새, 사이드앵글 등)를 의미함.

$$* \text{볼트 풀림 또는 탈락 발생율}(\%) = \frac{\text{풀림 또는 탈락 발생개소}}{\text{조사단위개소}} \times 100$$

$$* \text{부식 발생 또는 단면손상 면적률}(\%) = \frac{\text{결함 및 손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

2) 주골조의 기울기

[표 16.11] 주골조의 기울기에 대한 상태평가기준

기준	기울기(각변위)	내 용
a	1/750 이내	예민한 기계기초의 위험 침하 한계
b	1/500 이내	구조물의 균열발생 한계
c	1/250 이내	구조물의 경사도 감지
d	1/150 이내	구조물의 구조적 손상이 예상되는 한계
e	1/150 초과	구조물이 위험할 정도

* 시공오차를 제외한 순 기울기

* 상태평가결과가 “d”이하이면서 균열의 심한 변화를 동반하는 경우 16.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

3) 주골조의 처짐

[표 16.12] 주골조의 처짐에 대한 상태평가기준

기준	평가기준 (보 및 슬래브의 처짐, L : 경간길이(cm))
a	L / 480 이하
b	L / 480 이하(경미한 손상)
c	L / 240 이하
d	L / 150 이하
e	L / 150 초과

* 시공오차를 제외한 순 변위 · 변형

* 상태평가결과가 “d”이하이면서 과도한 균열을 동반하는 경우 16.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

4) 보조골조의 내구성

[표 16.13] 보조골조의 내구성 상태평가기준

기준	변형 또는 파단	볼트 접합상태	용접 접합상태	강재의 부식
a	○ 없음	○ 볼트연결부에 손상이 없는 경우	○ 용접연결부에 결함이 없는 상태	○ 없음
b	○ 보조골조 부재의 경미한 변형	○ 볼트연결부에 경미한 손상이 발생한 상태	○ 용접연결부에 국부적인 미세결함이 있는 양호한 상태	○ 부식발생 면적 2% 미만
c	○ 보조골조 부재의 국부적 변형	○ 볼트연결부에 볼트 이완, 조임 미흡이 일부 발생한 상태	○ 용접연결부에 부분적으로 결함이 있는 보통의 상태	○ 부식발생 면적* 2%이상 10% 미만 ○ 부식에 의한 단면손상 면적* 2% 미만
d	○ 보조골조 부재의 전반적 변형	○ 볼트연결부에 볼트 풀림이 다수 발생하거나, 볼트 체결 누락 등으로 접합상태가 불량한 상태	○ 용접연결부에 광범위하게 결함이 발생되어 내력저하의 우려가 있는 불량한 상태	○ 부식발생 면적 10% 이상 ○ 부식에 의한 단면손상 면적 2% 이상 10% 미만
e	○ 보조골조 부재의 파단	○ 볼트연결부에 심각한 손상이 발생한 상태	○ 용접연결부 전반에 걸쳐 심각한 결함(변형, 단면 손실 등)이 발생하여 연결기능이 상실된 상태	○ 보조골조의 심각한 변형으로 파괴가 임박하거나, 부식에 의한 단면손상 면적 10% 이상인 경우

* 부식 발생 또는 단면손상 면적률(%) = $\frac{\text{결함 및 손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$

5) 방음판

[표 16.14] 방음판의 손상 상태평가기준

기준	불투명방음판의 부식 또는 변형	투명방음판의 균열 또는 파손
a	○ 규격에 맞게 설치·고정되어 있고, 방음판 부식·변형이 없는 경우	○ 방음판에 균열이나 파손이 없는 경우
b	○ 일부 방음판에 부분적인 변형 또는 부식이 발생하였으나, 탈락의 우려 없이 고정되어 있는 상태 ○ 일부 누수방지시설에 경미한 손상이 발생하였으나, 내부 체수 흔적이 없는 상태	○ 경미한 균열이나 부분적으로 파손된 방음판이 일부 있는 상태 ○ 일부 누수방지시설에 경미한 손상이 발생하였으나, 내부 체수 흔적이 없는 상태
c	○ 다수 방음판에 전체적인 변형 또는 부식이 발생하고 부분탈락의 가능성이 있으나, 전체 탈락의 가능성은 없는 상태로 기능성 유지를 위해 일부 보수가 필요한 상태 ○ 누수방지시설의 부분적인 손상으로 방음터널 내부에 경미한 누수 흔적 및 백태가 발생한 상태	○ 벽체부 일부 방음판에 전면적인 균열이나 파손이 발생하여 보수가 필요한 상태 ○ 누수방지시설의 부분적인 손상으로 방음터널 내부에 경미한 누수 흔적 및 백태가 발생한 상태
d	○ 심각한 부식 또는 변형으로 일부 방음판이 전체탈락의 우려가 있어 긴급 보수가 필요한 상태 ○ 탈락한 방음판이 일부 있어 방음터널 내부로 우수가 유입될 수 있는 상태 ○ 누수방지시설의 전반적 손상으로 체수 구간이 다수 발생한 상태	○ 전면적인 균열이 발생하거나 파손된 방음판이 지붕에 다수 있어 긴급한 보수가 필요한 상태 ○ 탈락한 방음판이 일부 있어 방음터널 내부로 우수가 유입될 수 있는 상태 ○ 누수방지시설의 전반적 손상으로 체수 구간이 다수 발생한 상태
e	○ 심각한 변형 등으로 다수 방음판의 전체탈락 발생이 임박하여 방음터널 통과를 즉각 금지하여야 하는 상태	○ 탈락이 임박한 방음판이 지붕에 다수 있어 즉각 방음터널의 통행을 금지하여야 하는 상태

6) 기초콘크리트

[표 16.15] 기초콘크리트 상태평가기준

기준	균열	파손 및 손상	재질열화		
			백태, 박리, 충분리 및 박락	철근노출	탄산화
a	○ 없음	○ 없음	○ 없음	○ 없음	○ 탄산화깊이 ²⁾ 0.25미만
b	○ 균열폭 0.3mm 미만	○ 손상면적 ¹⁾ 2%미만	○ 백태면적을 5% 미만 ○ 박리깊이 0.5mm 미만 ○ 박락 및 충분리 깊이 15mm 미만	○ 철근부식 손상면적률 1% 미만	○ 탄산화깊이 0.25이상 0.5미만
c	○ 균열폭 0.3mm 이상 0.5mm 미만	○ 손상면적 2%이상 10%미만	○ 백태면적을 5%~10% ○ 박리깊이 0.5~1mm ○ 박락 및 충분리 깊이 15~20mm	○ 철근부식 손상면적률 1% 이상 2% 미만	○ 탄산화깊이 0.5이상 0.75미만
d	○ 균열폭 0.5mm 이상 1.0mm 미만	○ 손상면적 10%이상 20%미만	○ 백태면적을 10%~20% ○ 박리깊이 1~25mm ○ 박락 및 충분리 깊이 20~25mm	○ 철근부식 손상면적률 2% 이상 5% 미만	○ 탄산화깊이 0.75이상 1.0미만
e	○ 균열폭 1.0mm 이상	○ 손상면적 20%이상	○ 백태면적을 20% 이상 ○ 박리깊이 25mm 이상 ○ 박락 및 충분리 깊이 25mm 이상	○ 철근부식 손상면적률 5% 이상	○ 탄산화깊이 1.0이상

주1) 손상면적률(%) = $\frac{\text{손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$

(손상은 백태와 철근노출을 포함한다.)

주2) 탄산화깊이는 측정된 철근의 피복두께 대비 비율로 산정(= 탄산화깊이/철근의 피복두께)

7) 기초연결부

[표 16.16] 기초연결부 상태평가기준

기준	상태기준 설명
a	○ 결함이 없는 상태
b	○ 볼트 또는 접합판재에 일부 부식이 발생한 상태 ○ 접합부 이격 상태는 양호하나, 기초연결부 볼트 풀림 또는 탈락 발생을 5% 미만
c	○ 볼트 풀림 또는 탈락 발생을 5% 이상 10% 미만 ○ 부식으로 인한 볼트 또는 베이스플레이트 두께 평균 감소율 5% 미만 ○ 너트 조임 후 노출된 기초볼트 길이가 10mm 미만 ○ 무수축물탈 손상 등으로 인한 베이스플레이트와 기초콘크리트 간 이격 발생
d	○ 볼트 풀림 또는 탈락 발생을 10% 이상 30% 미만 ○ 부식으로 인한 볼트 또는 베이스플레이트 두께 평균 감소율 5% 이상 10% 미만
e	○ 볼트 풀림 또는 탈락 발생을 30% 이상 ○ 부식으로 인한 볼트 또는 베이스플레이트 두께의 평균 감소율 10% 이상

8) 공중이 이용하는 부위

(가) 추락방지시설

[표 16.17] 추락방지시설의 상태평가기준

평가기준	평가내용
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

(나) 도로포장

[표 16.18] 도로포장의 상태평가기준

평가기준	평가내용
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

(다) 도로부 신축이음부

[표 16.19] 도로부 신축이음부의 상태평가기준

평가기준	평가내용
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

(라) 환기구 등의 덮개

[표 16.20] 환기구 등의 덮개의 상태평가기준

평가기준	평가내용
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

16.4.2 상태평가결과 산정 방법

가. 평가단위별 부재 상태평가 산정

- 개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가결과 중 최솟값을 개별부재 상태평가결과로 산정한다.
- 한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가기준 중 최솟값을 경간(지점) 상태평가결과로 산정한다.

나. 전체 시설물의 상태평가결과 결정

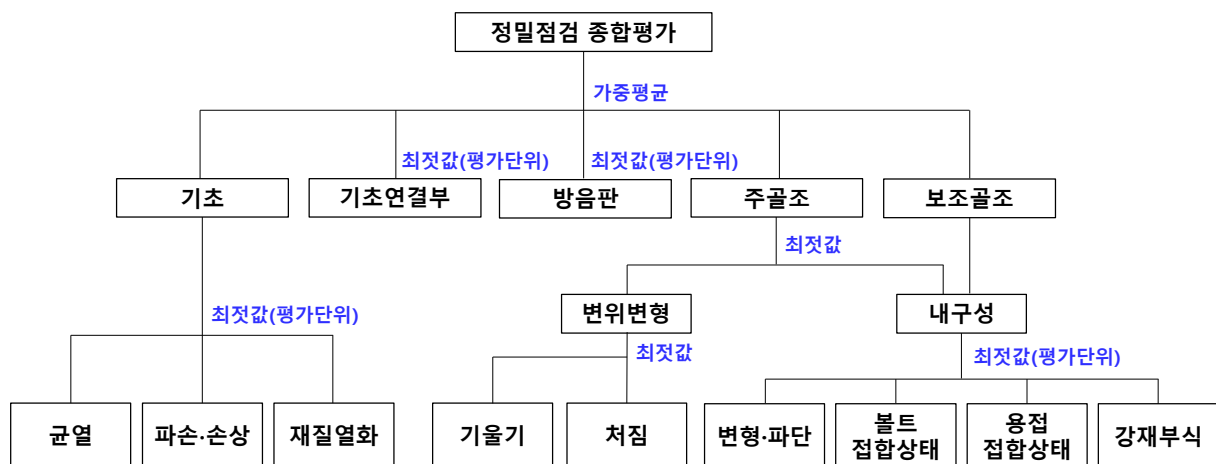
구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다. 환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태평가 결과를 산정하기 위한 기준값이며, [표 16.21], [표 16.22]의 등급에 따른 결함도 지수 기준 및 결함도 점수 범위에 따른 안전등급 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

[표 16.21] 등급에 따른 결함도 지수 기준

기준	a	b	c	d	e
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00

[표 16.22] 방음터널 결함도 점수 범위에 따른 안전등급 기준

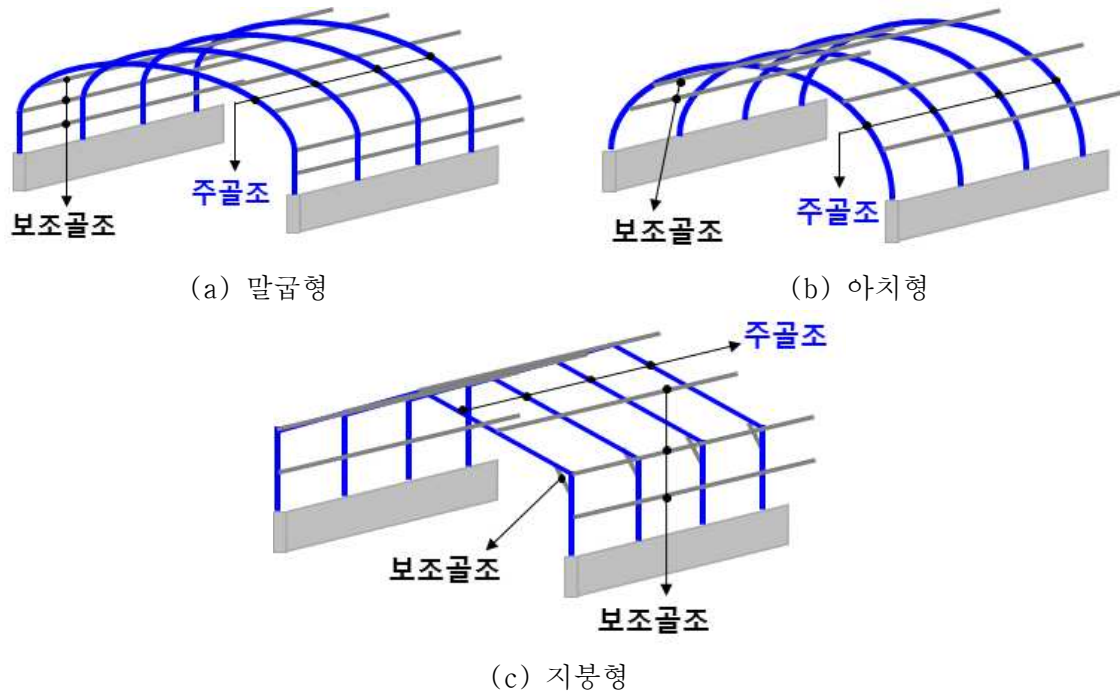
기준	A	B	C	D	E
결함도점수 범위	$0 \leq X < 0.13$	$0.13 \leq X < 0.26$	$0.26 \leq X < 0.49$	$0.49 \leq X < 0.79$	$0.79 \leq X$



[그림 16.2] 방음터널의 상태평가 체계

다. 단면형상에 따른 부재별 가중치

단면형상에 따른 부재별 가중치는 [표 16.23]과 같다. 단면형상의 구분은 [그림 16.3]과 같다. [그림 16.3]은 각 단면형상 별 주골조와 보조골조의 구분도 제시하고 있다.



[그림 16.3] 방음터널 단면형상 별 골조부재 구분

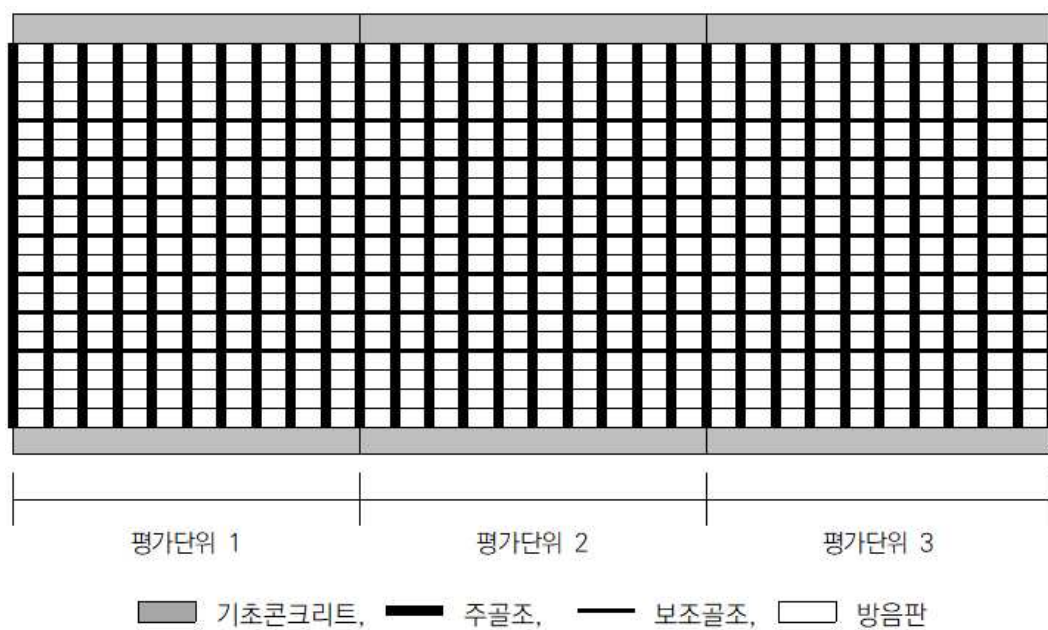
[표 16.23] 단면형상에 따른 방음터널의 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목	말굽형	지붕형		아치형
			가새있음	가새없음	
골조	주골조	28	28	30	26
	보조골조	12	12	10	9
방음판	방음판	10	10	10	10
기초연결부	기초연결부	15	15	15	20
기초	기초콘크리트	35	35	35	35

다. 상태평가결과 산정 방법

지붕형 2차로 방음터널에 대한 전체 상태평가결과 산정 사례를 예시하였다. 방음터널의 제원은 다음과 같다.

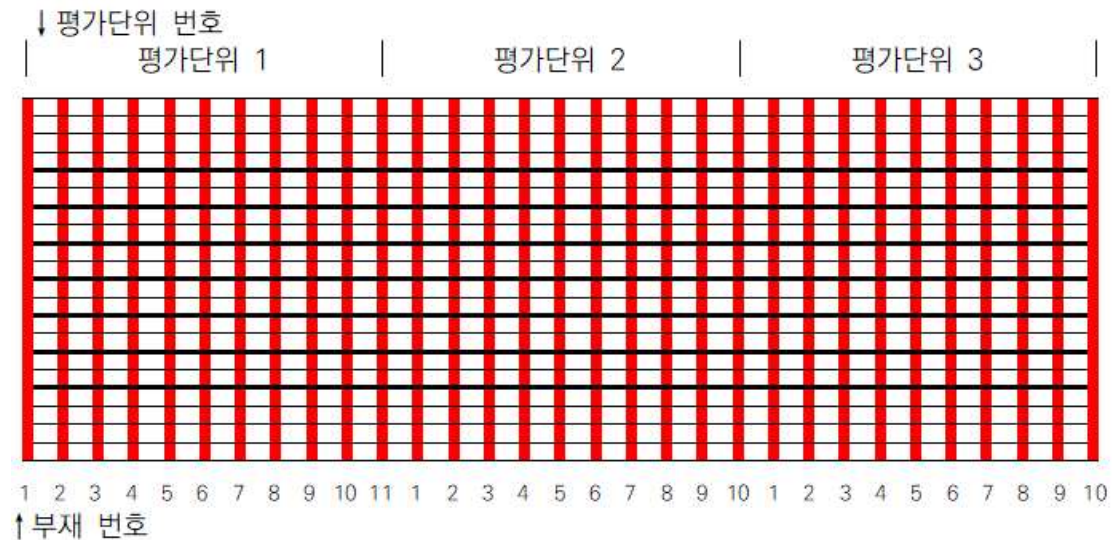
- 단면형 : 지붕형 (가새없음)
- 차로수 : 2차로
- 길이 : 60m
- 폭 : 9.5m
- 방음판 : 지붕 투명형(PMMA), 측벽 흡음형+투명형(PMMA)



[그림 16.4] 전체 방음터널의 상태평가결과 산정 방법 예

1) 주골조의 내구성 평가

주골조의 내구성 평가는 단위 주골조에 대한 결함도점수 중 최댓값으로 평가단위별 상태평가 결과를 산정하며, 평가단위 별 상태평가 결과에 따른 결함도점수를 평균하여 주골조에 대한 결함도 점수를 산정한다.



[그림 16.5] 주골조 전개도

[표 16.24] 주골조에 대한 내구성 평가 결과

(변형: 변형 또는 파단, 볼트: 볼트 접합상태, 용접: 용접 접합상태, 부식: 강재의 부식)

부재번호	평가단위														
	1					2					3				
	변형	볼트	용접	부식	결과	변형	볼트	용접	부식	결과	변형	볼트	용접	부식	결과
1	a	a	a	b	b	a	a	a	b	b	a	a	a	b	b
2	a	a	a	b	b	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a
3	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a
4	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
6	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
7	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
8	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
10	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
11	a	a	a	a	a										
평가단위 결과	0.2					0.2					0.2				
주골조 평균 ^[1]	0.2														
주골조 평가결과	b (0.2)														

※ 주골조 평균 = $0.2 \times 11 / 31$ (평가단위 1) + $0.2 \times 10 / 31$ (평가단위 2) + $0.2 \times 10 / 31$ (평가단위 3)

[표 16.24]는 [표 16.10]의 평가기준에 따른 주골조 31개(평가단위 1: 11개, 평가단위 2: 10개, 평가단위 3: 10개)에 대한 상태평가결과이다. [표 16.10]의 평가기준에 따라 각 주골조별로 평가된 등급별로 [표 16.21]에 제시된 결함도 점수를 부여하고, 그 중 최저값으로 각 평가단위에 대한 결함도점수를 구한다. 주골조에 대한 평가결과는 3개 평가단위에 대한 값을 주골조의 개수를 고려한 평균값으로 산정한다.

3) 주골조의 변위·변형 평가

주골조의 변위·변형 평가는 주골조 중 3개소 이상에서 측정된 기울기 및 처짐 측정 결과 중 최저값으로 처짐과 기울기에 대한 결함도점수를 결정하고, 이 중 최저값으로 주골조의 변위·변형에 대한 결함도 점수를 산정한다.

[표 16.25] 주골조의 변위·변형 평가 결과

	측정 결과	평가 결과	결함도점수
처짐	7.2	a	0.10
기울기	0.0009	a	0.10
변위·변형 평가결과		a	0.10

4) 주골조에 대한 상태평가

주골조에 대한 상태평가 결과는 주골조에 대한 내구성평가와 변위·변형 평가 결과 중 최저값으로 산정한다.

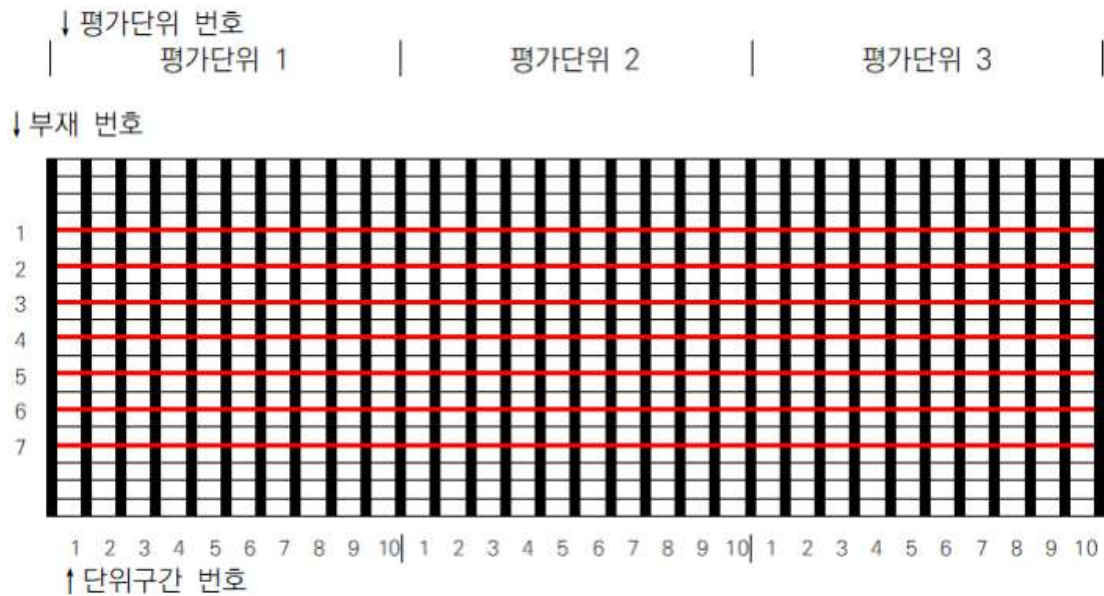
[표 16.26] 주골조에 대한 상태평가 결과

	주골조		비고
	내구성	변위·변형	
결함도점수	0.200	0.100	
부재별 평가 결과	b	a	
주골조별 평가 결과	b		

4) 보조골조의 내구성 평가

보조골조의 내구성 평가는 각 평가단위 내 보조골조에 대한 결함도점수 중 최솟값으로 평가단위별 상태평가 결과를 산정하며, 평가단위 별 상태평가 결과에 따른 결함도점수를 평균하여 보조골조에 대한 결함도 점수를 산정한다.

[그림 16.6]은 보조골조 전개도이다. 그림에서 보조골조는 빨간색으로 표시하였으며, 상단에는 평가단위 번호, 좌측에는 부재번호, 하단에는 단위구간 번호가 제시되어 있다.



[그림 16.6] 보조골조 전개도

[표 16.27] 보조골조에 대한 내구성 평가 결과

단위구간 번호	보조골조 부재																											
	평가단위 1								평가단위 2								평가단위 3											
	1	2	3	4	5	6	7	결과	1	2	3	4	5	6	7	결과	1	2	3	4	5	6	7	결과				
1	a	b	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
2	a	a	b	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
3	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
4	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
5	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
6	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
7	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
8	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
9	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b	
10	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b	
평가단위 결과	0.2								0.1								0.2											
보조골조 평균	0.167																											
보조골조 평가결과	b (0.167)																											

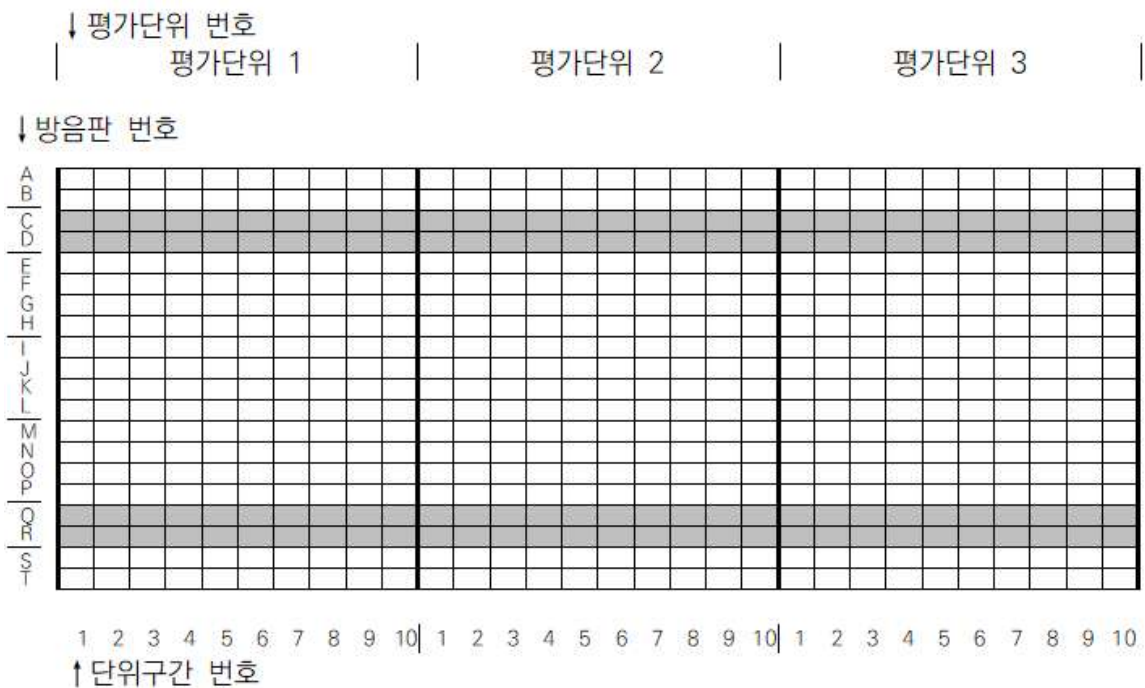
[표 16.27]은 [표 16.13]의 평가기준에 따른 보조골조 210개(각 평가단위 단 70개)에 대한 상태평가결과이다. [표 16.13]의 평가기준에 따라 각 보조골조 부재별로 평가된 등급별로 [표 16.21]에 제시된 결함도 점수를 부여하고, 그 중 최댓값으로 각 단위구간 및 평가단위에 대한 결함도점수를 구한다. 보조골조에 대한 평가결과는 3개 평가단위에 대한 평균값(평가단위 1: 0.2, 평가단위 2: 0.1, 평가단위 3: 0.2)으로 산정한다.

$$\text{보조골조평가결과} = (0.2 + 0.1 + 0.2)/3 = 0.167$$

5) 방음판 평가

방음판 평가는 각 평가단위 내 방음판에 대한 결함도점수 중 최댓값으로 평가단위별 상태평가 결과를 산정하며, 평가단위 별 상태평가 결과에 따른 결함도점수를 평균하여 방음판에 대한 결함도 점수를 산정한다.

[그림 16.7]은 방음판 전개도이다. 그림에서 투명형은 백색, 불투명형은 회색으로 표시하였으며, 상단에는 평가단위 번호, 좌측에는 방음판번호, 하단에는 단위구간 번호가 제시되어 있다.



[그림 16.1] (□ 투명형, ■ 불투명형)

[그림 16.7] 방음판 전개도

[표 16.28] 방음판에 대한 평가 결과

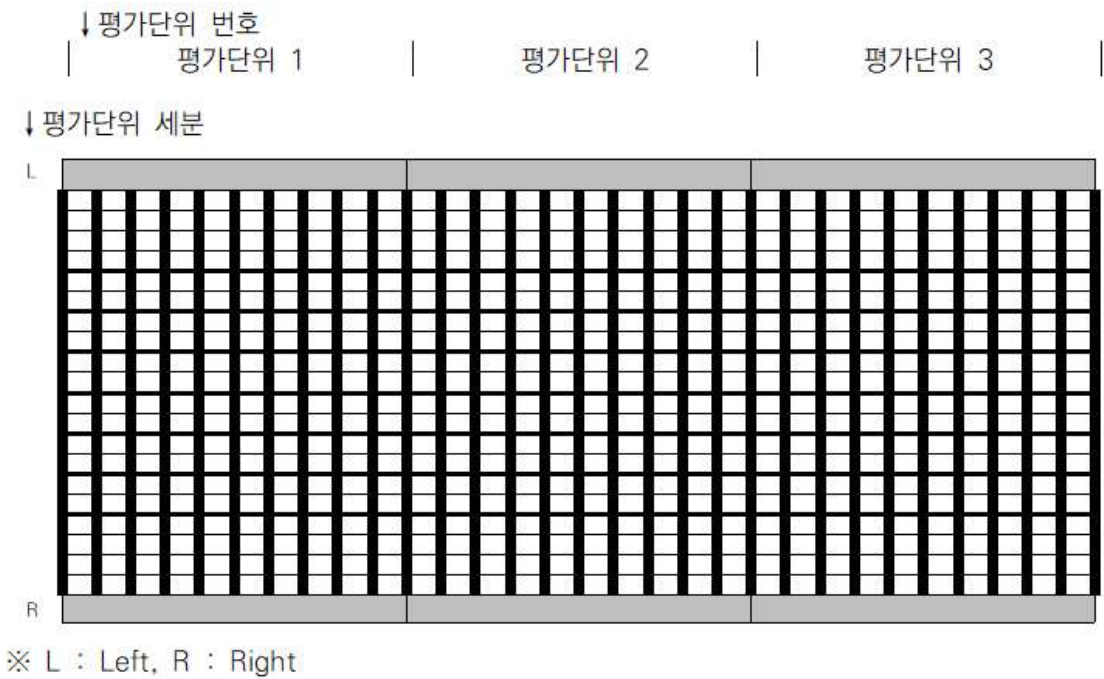
평가단위 번호	1	2	3
결함도점수	0.40	0.40	0.40
전체평균(등급)	0.40 (c)		

[표 16.28]은 [표 16.14]의 평가기준에 따른 방음판 600개(각 평가단위 단 200개)에 대한 상태평가 결과이다. [표 16.14]의 평가기준에 따른 각 방음판 등급별로 [표 16.21]에 제시된 결함도 점수를 부여하고, 그 중 최댓값으로 각 단위구간 및 평가단위에 대한 결함도점수를 구한다. 방음판에 대한 평가결과는 3개 평가단위에 대한 평균값(평가단위 1: 0.4, 평가단위 2: 0.4, 평가단위 3: 0.4)으로 산정한다.

방음판 평가결과 = (0.4 + 0.4 + 0.4)/3 = 0.4

6) 기초콘크리트 평가

기초콘크리트 평가는 각 평가단위 별 상태평가 결과를 평균하여 결함도 점수를 산정한다. [그림 16.8]은 기초콘크리트 전개도이다. 그림의 상단에는 평가단위 번호가 제시되어 있으며, 그림을 기준으로 상단 측벽의 기초콘크리트는 L, 하단 측벽의 기초콘크리트는 R로 표시하였다.



[그림 16.8] 기초콘크리트 전개도

[표 16.29] 기초콘크리트에 대한 평가 결과
(균열: 균열, 파손: 파손 및 손상, 열화: 재질열화)

평가단위 평가단위 세분	기초콘크리트											
	1				2				3			
	균열	파손	열화	결과	균열	파손	열화	결과	균열	파손	열화	결과
L	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
R	b	a	a	b	a	a	a	a	b	a	a	b
Span 평가	0.2				0.1				0.2			
주골조 평균	0.167											
내구성평가	b (0.167)											

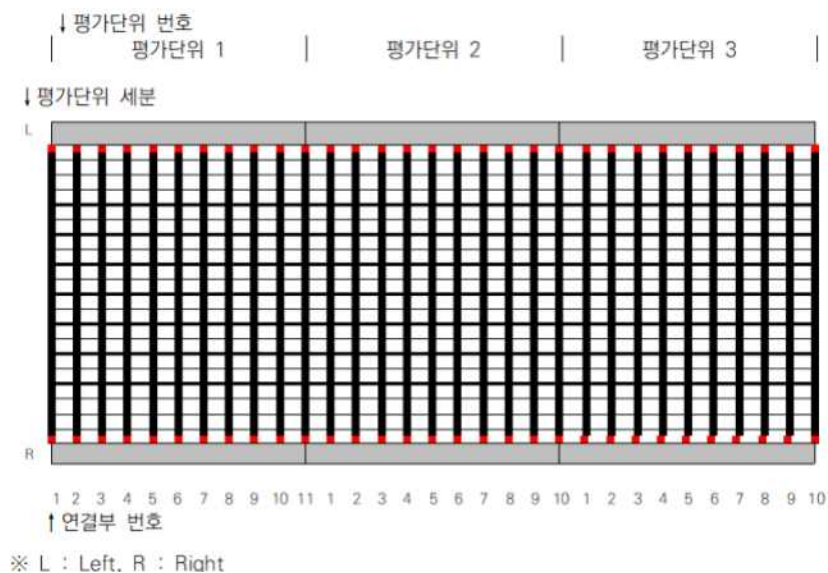
[표 16.29]은 [표 16.15]의 평가기준에 따른 기초콘크리트(각 평가단위별 2개)에 대한 상태평가 결과이다. [표 16.15]의 평가기준에 따라 각 기초콘크리트 부재별로 평가된 등급에 따라 [표 16.21]에 제시된 결함도 점수를 부여하고, L과 R 기초콘크리트 중 최저값으로 각 평가단위에 대한 결함도 점수를 구한다. 기초콘크리트에 대한 평가결과는 3개 평가단위에 대한 평균값(평가단위 1: 0.2, 평가단위 2: 0.1, 평가단위 3: 0.2)으로 산정한다.

$$\text{기초콘크리트 평가결과} = (0.2 + 0.1 + 0.2)/3 = 0.167$$

7) 기초연결부 평가

기초연결부 평가는 각 평가단위 내 기초연결부에 대한 결함도 점수 중 최저값으로 평가단위별 상태평가 결과를 산정하며, 평가단위 별 상태평가 결과에 따른 결함도점수를 평균하여 기초연결부에 대한 결함도 점수를 산정한다.

[그림 16.9]는 기초연결부 전개도이다. 그림에서 각 기초연결부는 빨간색으로 표시하였다. 또한 상단에는 평가단위 번호, 하단에는 연결부 번호가 제시되어 있다. 참고로 그림을 기준으로 상단 측벽은 L, 하단 측벽은 R로 표시하였다.



[그림 16.9] 기초연결부 전개도

[표 16.30] 기초연결부에 대한 평가 결과

평가단위 연결부 번호	기초연결부					
	1		2		3	
	L	R	L	R	L	R
1	b	a	a	a	a	a
2	b	a	a	a	a	a
3	a	a	a	a	a	a
4	a	a	a	a	a	a
5	a	a	a	a	a	a
6	a	a	a	a	a	a
7	a	a	a	a	a	a
8	a	a	a	a	a	a
9	a	a	a	a	a	a
10	a	a	a	a	a	a
11	a	a				
평가단위 결과	0.2		0.1		0.1	
기초연결부 평균	0.135					
평가결과 ^[1]	0.135 (b)					

※ 기초연결부 평균 = $0.2 \times 11 / 31$ (평가단위 1) + $0.1 \times 10 / 31$ (평가단위 2) + $0.1 \times 10 / 31$ (평가단위 3)

[표 16.30]는 [표 16.16]의 평가기준에 따른 기초연결부 62개(평가단위 1: 22개, 평가단위 2: 20개, 평가단위 3: 20개)에 대한 상태평가 결과이다. [표 16.16]의 평가기준에 따라 각 기초연결부별로 평가된 등급별로 [표 16.21]에 제시된 결함도 점수를 부여하고, 그 중 최댓값으로 각 평가단위에 대한 결함도 점수를 구한다. 기초연결부에 대한 평가 결과는 3개 평가단위에 대한 값을 기초연결부의 개수를 고려한 평균값으로 산정한다.

8) 종합평가

주골조, 보조골조, 기초, 기초연결부 및 방음판의 평가결과를 [표 16.31]의 결함도 점수와 가중평균하여 종합평가점수를 [표 16.33]과 같이 산정하며, 종합평가점수에 따라 [표 16.32]의 결함도 범위에 따른 안전등급 기준을 적용하여 종합평가결과(안전등급)를 산정한다. 참고로 가중값은 지붕형(가새없음)에 대한 가중값을 적용하였다.

[표 16.31] 등급에 따른 결함도 점수 기준

기준	a	b	c	d	e
결함도 점수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00

[표 16.32] 결함도 범위에 따른 안전등급 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도 범위	$0 \leq X < 0.13$	$0.13 \leq X < 0.26$	$0.26 \leq X < 0.49$	$0.49 \leq X < 0.79$	$0.79 \leq X$

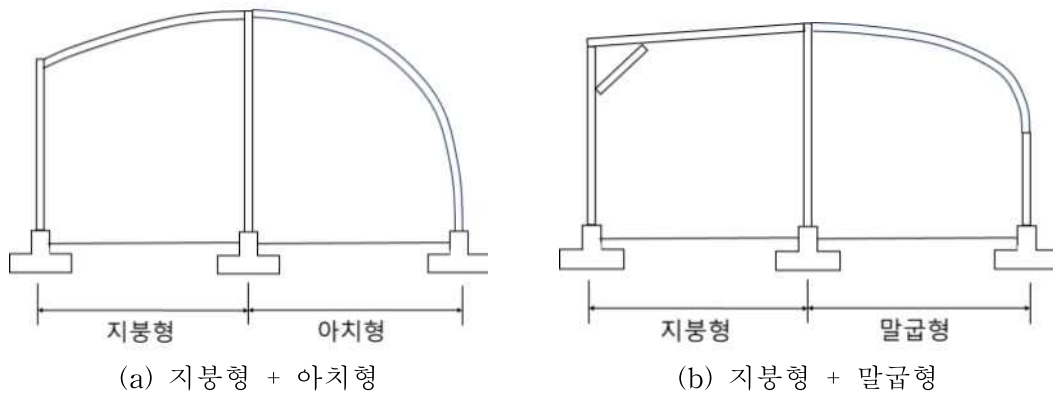
[표 16.33] 방음터널에 대한 종합평가 결과

	주골조	보조골조	방음판	기초연결부	기초
상태평가	b	b	c	b	b
결함도점수	0.20	0.167	0.400	0.135	0.167
가중치	0.30	0.10	0.100	0.150	0.350
종합평가점수	0.060	0.017	0.040	0.020	0.058
종합평가결과	B(0.195)				

라. 복합 방음터널의 상태평가 방법

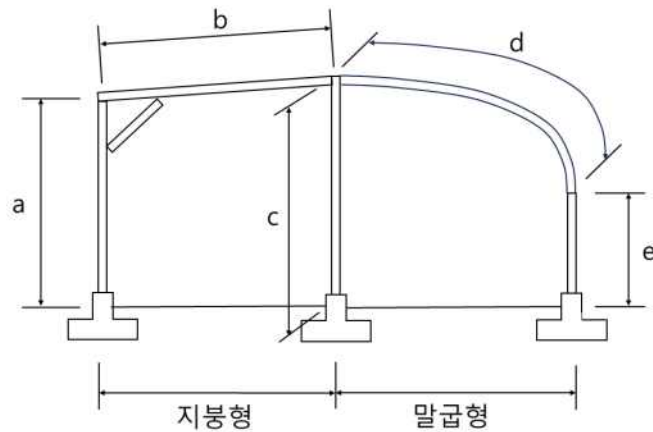
본 세부지침에서 방음터널은 단면의 종류별로 부재에 대한 중요도를 달리하고 있으므로, 하나의 방음터널이 이종의 단면으로 구성되거나(단면비균일), 종방향으로 서로 다른 형식(길이비균일)으로 구성된 경우의 상태평가 방법은 다음과 같다.

1) 단면비균일에 대한 상태평가 방법



[그림 16.10] 단면비균일 방음터널

단면비균일 방음터널에 대한 상태평가는 다른 형식을 갖는 부분에 대하여 각각 해당하는 방법으로 안전등급을 산정하고, 유효둘레를 이용한 가중값으로 최종 안전등급을 결정한다.



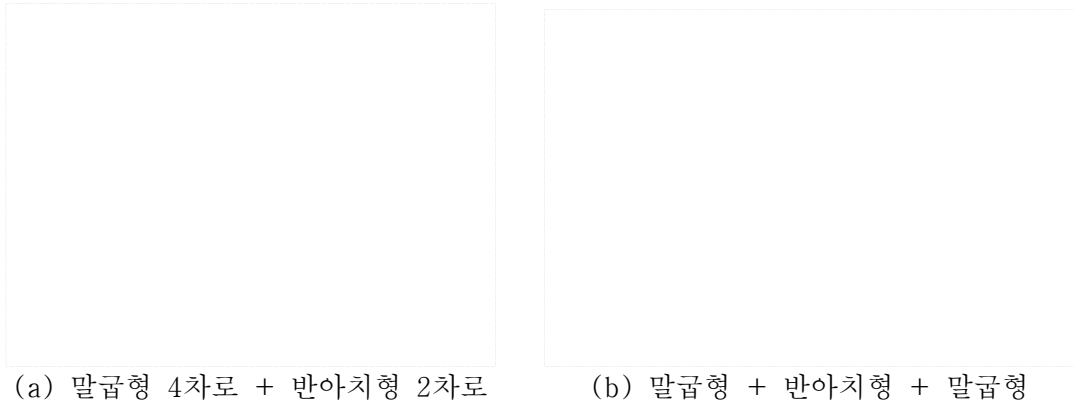
[그림 16.11] 방음터널의 유효둘레

○ 예시

구분	좌측(지붕형)	우측(아치형)
유효둘레	측벽높이(a) 5m + 폭(b) 6m + 중간기둥 높이(c) ¹⁾ 6m = 17m	리브길이(d+e) 10m = 10m
가중치	0.630 (= 17/(11+10+6))	0.370 (= 10/(11+10+6))

주1) 중간기둥을 공유하고 있는 경우 좌측 또는 우측에 포함하여 평가하며, 없는 경우 제외

2) 길이비균일에 대한 상태평가 방법



[그림 16.12] 길이비균일 방음터널

길이비균일 방음터널의 경우 각 형식의 길이에 따른 가중치를 적용하여 최종 안전등급을 결정할 수 있다. 예를 들어, [그림 16.12](a)에서 말굽형 구간의 길이가 500m, 유효둘레가 30m이고, 반아치형 구간의 길이가 200m, 유효둘레가 20m일 경우 가중치는 말굽형 구간 $0.789(= 30 \times 500 / (30 \times 500 + 20 \times 200))$, 반아치형 구간 $0.211(= 20 \times 200 / (30 \times 500 + 20 \times 200))$ 으로 산정할 수 있다.

16.5 안전성평가기준 및 방법

16.5.1 안전성평가 산정 방법

가. 안전성평가의 고려사항

방음터널의 안전성평가 시는 구조해석 만을 고려하며, 정밀안전점검 결과를 이용하여 수행한다.

1) 골조의 고려사항

골조의 안전성평가 시 다음 사항을 충분히 고려하여 엄밀한 판정이 되도록 한다.

- 강재의 부식으로 인한 단면 감소
- 강재의 변형
- 볼트, 용접 등 연결부위의 상태

골조의 경우, 결함 및 손상의 대부분이 부식이나, 차량의 충돌이나 태풍 등으로 인한 연결부 손상 및 부재 변형도 종종 발생한다.

2) 기초콘크리트의 고려사항

기초콘크리트는 골조와 방음판을 지지할 수 있는 최소한의 안전성 확보 유무가 점검되어야 하며, 구조해석 시 준공도면, 시공도면, 구조 계산, 점검 결과 및 기타 적절한 자료를 토대로 한다. 기초콘크리트의 안전성평가 시 다음 사항을 충분히 고려하여 엄밀한 판정이 되도록 한다.

- 콘크리트의 실제강도
- 콘크리트 균열, 박리, 박락, 층분리
- 철근의 부식
- 철근의 위치

3) 방음판의 고려사항

방음판은 구조해석 시 준공도면, 시공도면, 구조 계산, 점검 결과 및 기타 적절한 자료를 토대로 구조해석 시 정확한 값이 입력되도록 한다.

나. 안전성평가결과 산정 예시

평가대상 방음터널에 대한 안전성평가 결과는 구조해석 결과 만을 고려하여 산정한다.

16.6 종합평가기준 및 방법

16.6.1 종합평가기준

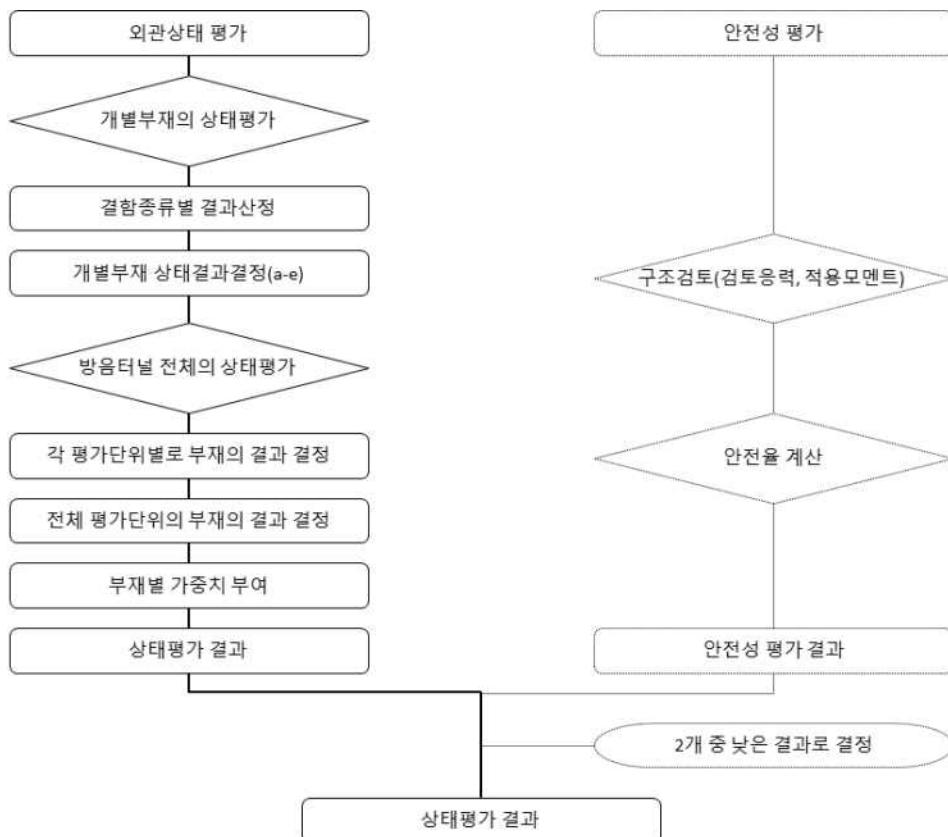
정밀안전점검 시 안전성평가 결과를 수행하지 않고 상태평가 만을 수행한 경우는 상태평가결과를 해당시설물의 종합평가결과로 하며, 안전성평가까지 모두 수행한 경우 상태평가결과와 안전성과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가결과로 결정한다.

16.6.2 종합평가결과 산정 방법

가. 정밀안전점검

정밀안전점검 시 안전성평가는 필요가 인정되는 경우 선택적으로 수행하며, 상태평가 만을 수행한 경우는 상태평가결과를 해당시설물의 종합평가결과로 한다. 상태평가와 안전성평가를 모두 수행한 경우 상태평가와 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가결과로 결정한다.

○ 종합평가결과 = MIN (상태평가결과, 안전성평가결과)



[그림 16.13] 종합평가결과 산정 흐름도