

화암동굴의 안전진단에 관한 연구

학회 사무국장 변 대 준
학회 기술이사 변 태 근
학회 기술이사 이 남 언

1. 안전진단의 필요성

1993년 9월 문화체육부 문화재관리국에서 전국의 동굴관리 기관인 각 道·市·郡의 문화공보실 앞으로 보낸 이른바 “동굴보전 관리지침”을 하달한 바 있다. 이 지침에 의하면 우리나라에서 관광동굴로 공개되고 있는 모든 동굴들은 반드시 1년에 1회 이상의 안전진단을 실시하여야 한다고 지적하고 있음을 보게된다. 그리고 동굴을 보호 관리하기 위한 모든 조치를 지시하고 있으며 동굴보호에 대한 교육은 최소한 1년에 2회 이상 실시하고, 보존 관리 실태를 매월 1회 이상 점진한 점검 장부를 비치하도록 지시하고 있다. 그러나 이와같은 실태가 잘 이행되지 않고 있음은 매우 유감된 일이라고 할 수 있다.

정선군의 화암동굴도 관광개발을 실시하여 일반인에게 공개를 시작한 직후 맨 먼저 동굴의 학술조사 보고서가 작성 비치되어 있어야 함에도 불구하고 아직까지 실시되고 있지 않은 실정이다. 그리고 이미 공개하고 있으면서도 다소 늦은감이 있으나 1년이 지난 이제서야 안전진단을 시행하게 되었음은 그래도 다행한 일이라고 하겠다.

동굴의 안전진단이라고 하는 것은 관광개발된 동굴에 대하여 정기적으로 그 동굴에 대한 안전성을 확인하는 작업이다. 매일같이 많은 관광객의 출입을 겪어야 하는 공개된 동굴들은 관람객의 편의 도모는 물론, 동굴 생태 환경의 보전과 인명의 안전보호와 관리를 위하여 정기적으로 동굴을 둘러싸고 있는 지질구조, 동굴내부의 각종 시설물 등에 대한 안전성을 비롯하여 그밖의 동굴의 환경보전을 위한 조사라고 할 수 있으므로 해마다 1회 이상의 안전진단과 실태조사가 이루어져야 한다.

최근의 세계 여러 나라에서는 동굴을 지하세계의 탐승을 위한 관광동굴로

개발하는 것이 활발하게 이루어지고 있는데, 예를 들면 일본의 경우 전국에 총 93개소의 동굴들이 공개된 관광동굴로 개발되어져 있으며, 이밖에도 천연동굴을 그대로 남겨둔채 자연공원이나 삼림공원의 일부지역으로 가끔 개방하는 동굴들도 수십개소가 있다. 그리고 이렇게 개방된 동굴들은 해마다 1년에 계절에 따른 4회의 안전진단을 시행하고 있는 실정이다.

이러한 현상은 관광동굴로 개발된 동굴을 보유하고 있는 세계의 모든 나라에서 안전진단은 반드시 실시되고 있는데 1년에 시행하는 횟수는 국가마다 다소 차이는 있으나 평균적으로 보면 1회 이상 실시하는 것으로 나타나고 있다.

이러한 동굴의 안전진단은 일반적인 인사사항에 대비하는 것만은 아니며 동굴의 생태환경의 보전을 위한 보전책도 강구하는 것이며 특히 동굴생물의 생태유지 등의 실태조사를 하는 것도 그 목적의 하나라고 할 수 있다.

2. 안전진단의 내용과 구분

(1) 안전진단의 내용

안전진단에는 여러가지 분야에 걸쳐 실시되어야 하고 정밀하게 진행되어야 한다. 되도록이면 일반적인 면에서는 관광객들의 안전을 도모하는 이른바 안전사고에 대비하는 안전진단과 천연적인 이 동굴의 환경을 영구히 보전하기 위한 환경보전에 관한 안전진단으로 대별 할 수 있다. 이제 우리가 필요로 하는 관광동굴에 대한 안전진단의 분야를 구분하면 다음과 같다.

(2) 안전진단의 구분

① 지질구조 분야

이 분야는 동굴을 형성하고 있는 지층의 지질구조를 진단하는 것이다. 지층의 암석은 무엇이며, 그 배열은 어떤지 그리고 지질이 낙반에 관계될 것인가를 예측, 판단, 평가하는 것이다. 즉, 암층의 주향과 경사 등을 보아 낙반의 우려성이 있는 지점을 확인 지적하는 것이다.

② 통로시설 분야

관광동굴에 있어서는 통행시설이 매우 중요하다. 즉, 통행시설은 튼튼하고 안전하여야 하며 그 소재는 동굴속의 생태환경에 영향을 주지 않는 소재

로 되어야 하며, 관광객들에게 부담없이 편안하게 통행할 수 있는 시설로 마련되어야 한다. 또한 지형지물을 잘 관찰할 수 있으면서도 이것들이 보호될 수 있는 곳으로 되어야 한다. 이러한 부분이 제대로 시설되어 있는지를 조사하는 것이다.

③ 일반시설 분야

관광객들의 휴식, 관찰을 위한 제반시설설비에 대한 안전진단으로써 주로 관광객들의 편익도모와 인사사고를 미연에 방지하기 위한 각종 휴식, 통신, 안내, 해설 등의 시설에 대한 안전진단이라고 하겠다.

④ 전기 및 조명 분야

동굴에 있어서 조명시설의 조도(밝기)에 따라 동굴내부의 온도 및 습도가 달라지게 된다.

따라서 적당한 조명시설로 지형지물의 관찰, 통로의 안전성에도 기여 하면서 동굴의 생태환경에도 커다란 무리가 없도록 시설되어야 한다. 일반적으로 동굴내부의 조도는 70~100룩스(Lux)가 적합하다. 이 조사 분야는 조도와 각종 전기시설의 누전상태 등이 주가 되며 조명등의 위치, 수와 같은 부분과 비상시 작동되는 비상전원에 대한 점검도 중요한 조사 항목 중의 하나이다.

⑤ 생태환경 분야

동굴내부의 각종 공해의 피해상태와 동굴생물의 서식과 분포를 조사하고 이에 영향을 줄 수 있는 것들을 조사한다. 특히 동굴 생태계에 영향을 줄 수 있는 기온, 습도, 조명의 밝기 및 각도 등이 진단의 중점이 된다.

⑥ 운영관리 분야

동굴의 보전을 위한 각종 운영체계를 진단하는데 특히 안내원의 배치 및 교육 등과 시설물의 관리 상태를 중점으로 진단하는 것이다.

3. 분야별 안전진단 종합 평가

(1) 지질구조 분야

화암동굴을 형성하고 있는 지층의 지질연대는 고생대 캄브리아기의 조선계 대석회암층의 고성석회암에 속하는 정선석회암층으로 4~5억년의 연대를

나타내며 회백색의 괴성석회암으로 되어있다.

층서면을 따라 존재하는 괴상석회암은 과거 광산개발을 위한 폭음과 진동으로 낙반현상이 일어났으며 이로 인해 광장동굴이 형성된 것이다. 특히 이 동굴중 입구통로 정면 좌측의 마리아상이 있는 부근의 동굴벽면에서는 많은 낙반 균열현상이 나타나고 있어 매우 위험한 환경을 이루고 있었다.

최근에 이 낙반현상에 대한 정비작업을 시행하였으나 앞으로도 지속적인 관찰과 감시가 필요하다고 본다.

한편 동굴광장 전 지역에서는 동굴천정과 벽면에서 낙반된 암괴가 동굴바닥 전면에 깔려있는데 이 낙반암괴들은 되도록 관광객들에게 관광시 안전감을 주기위해서라도 업체작업과 안정거치작업이 필요하다고 본다.

또한 광장입구의 박쥐모형이 있는 우측에는 낙반된 대형암괴가 있는데 현재로는 관광객에게 큰 위험성을 주지는 못하나 관광객들로 하여금 불안감을 조성하게 되므로 이에 대한 고정작업과 미화작업이 필요하다.

(2) 통로시설 분야

동굴의 입구 통로는 과거 금광광산의 갱도였던것을 다소 확장개선한 것이나 몇몇 군데에서는 천정이 다소 낮으며 입구 부근에서 약 20m되는 콘크리트 옹벽은 그 공사의 마무리가 깔끔하지 못하여 미관상 좋지않으므로 이에 대한 개선이 요구된다.

통행시설은 전반적으로 설치된지 얼마되지 않아 안전성은 높은 편이며 난간(손잡이)의 재질도 부식에 강한 것이여서 큰 문제는 없다고 본다. 다만 몇 군데에서 발견된 통로시설과 바닥의 이음새 부근이 원만하지 못하여 관광객들의 통행시 발목을 삐는 경우가 발생할 소지도 있다.

그리고 마리아상 앞의 휴게실 광장 시설의 바닥이 다소 흔들림이 있어 관광객들에게 다소의 불안감을 줄 소지가 있으므로 이에 대한 보강작업이 필요하다고 본다. 그리고 광물전시관에서 나와 광장 출구로 향하는 상승계단에는 낙반된 대형암괴가 관광객들의 통행시 머리에 부상을 줄 우려가 있으므로 '머리주의'라는 경고판을 설치하든가 아니면 근본적으로 이 암괴의 일부를 없애는 방안도 필요하다고 본다.

전반적인 통로의 시설은 앞에서 언급한 바와 같이 커다란 문제는 없으며 통행에 큰 지장은 주지않으며 안전하다고 본다.

(3) 일반시설 분야

이른바 동굴내부의 전망대, 각종 설명문, 휴식공간, 동굴관, 지하자원관, 암석원과 그밖의 모형 등이 이에 속한다. 그러나 이들 대부분이 동굴내부 시설로는 적합하지 않은 것으로 보인다. 특히 암석원의 진열상태와 불충분하고 올바르게 못한 명칭해설은 문제가 되고 있다. 동굴관이나 지하자원관의 동굴내부와 조화를 이루지 못하며 그 존재가치가 떨어지게 시설 설비되어 있어 차라리 철거하고 동굴밖에 따로 설치하는 것이 좋다고 생각된다.

이밖에도 채광모형의 경우도 단순히 마네킹만을 설치하여 놓았는데 외국의 경우와 같이 관광객이 모형전에 도달하면 자동적으로 감지하여 실제로 채굴하는 것과 같은 소리가 나도록 음향시설을 하는 것도 하나의 개선 방향이라고 본다. 그리고 광장입구 부근의 박쥐모형도 실제와 비슷하게 거꾸로 매달아 놓아야 하며 동굴내부의 곳곳에 있는 설명판들도 동굴 전문가의 자문을 얻어 보다 정확하고 간단 명료하게 재정비 하여야 한다.

휴식공간의 설비도 그냥 커다란 공간만 있을뿐이지 아무런 시설도 없는데 예를 들면 실제로 휴식을 취할수 있는 의자 같은 것도 필요하며 이 휴식공간은 흔들림이 일어나지 않도록하여 안정감을 주어야 한다.

(4) 전기 및 조명 분야

동굴은 원래 암흑의 세계의 대표적인 존재이다. 즉, 동굴속의 조명은 최소한의 시설 조명으로 관광 통행에 안전하도록 하는 것이다. 꼭 필요한 지형지물을 원격으로 조명하고, 동굴 고유의 어둡고 음산한 분위기 조성을 위한 조명등 이외에는 불필요하다고 본다.

화암동굴속의 조명시설은 조도(밝기)는 물론이고 조명의 각도, 조명의 위치 등이 제멋대로 시설되어 있다. 따라서 지나친 조명으로 인한 녹색공해는 물론 심지어는 흑색공해까지 나타나고 일어나고 있는 현실이다.

따라서 관광동굴의 전기시설 특히 조명시설은 동굴 관광객의 안전과 동굴 생성물, 동굴 생물 등의 보호 측면에서 심혈을 기울여 시설하여야 하는 것은 매우 중요하다.

이번 화암동굴의 안전진단은 1993년 3월 1일 개방된 이후 처음 실시하게 되어 다소 늦은감은 있으나 그나마 다행스러운 일이라고 생각된다.

이번 조사에서 설계도서를 구할 수 있어 어느 다른 관광동굴의 안전진단보다도 정확하게 진단할 수 있었으며 설계도면과 시방서를 통하여 실제로 시공된 시설물들과 비교하여 별도로 지적을 하였다.

이밖에도 조명 각도가 통행에 지장을 주고 있으며, 동굴입구 통로의 전선(케이블)등은 보이지 않게 매몰시키는 것이 좋다고 사료된다. 또한 설계도서와 시공된 내용이 잘못된 부분이 많으므로 이에 대한 적절한 대책이 요구된다.

안전진단 결과 다음과 같은 사항들이 문제점으로 지적되거나 개선되어야 할 필요성이 있는 것으로 나타났다.

- 1) P.M. PANEL 내부전체 보수 필요
- 2) P.M. PANEL에서 GENERATOR까지 전선을 FR-8 CABLE 4C로 교체 필요
- 3) 발전기 및 PANEL에 접지작업 필요
- 4) 각 등기구의 접지작업 필요
- 5) 통로등 기구내에 비상 건전지를 내장하여 정전시 통로를 비추게되어 있으나 비상 건전지 회로상의 과충전, 과방전 회로가 내장되어 있지 않아 무용지물이 되는 문제점
- 6) 각 PANEL 분기를 ELB로 설치가 되어있지 않아 어느 1개 회로의 누전시 고장회로가 삽입되어 있는 분전반 전체 LINE 이 소등되는 문제점
- 7) L-3 PNL 커버가 없어 감전사고의 우려가 있는 문제점
- 8) 동굴내의 안정기 박스가 밀폐되어 있으므로 열발산이 제대로 되지않아 안정기열에 의한 화재의 위험성이 있음
- 9) 각 전선관에 삽입되어 있는 전선들이 허용전선수 보다 많으므로 기술기준령에 적합하지 않아 재시공이 필요
- 10) 지형지물등의 사진촬영용으로 등기구가 설치되어 있어 사진촬영시에만 S/W 조작에 의해 점등되게끔 설계되어 있으나 S/W의 미설치로 항상 점등되어 있어 지형지물에서의 녹색공해가 발생하고 있는 문제점

- 11) 전선은 CV 및 FR-8 CABLE로 설계되어 있으나 IV로 시공되어 있어 기계적 강도에 의한 절연체 파괴가 우려되는 문제점
- 12) L-5 판넬의 지형 조명등 대석순 LINE 누전이 되므로 긴급 보수 필요
- 13) L-5 동굴관 안정기 BOX NO.5 번이 누전되므로 긴급 보수 필요
- 14) 전선관의 규격 및 전선규격이 도면과 일체되지 않으므로 준공도 완성 후 보관이 필요

(5) 생태환경 분야

생태환경 분야는 동굴환경의 전반에 걸친 환경요인을 가리키는데 특히 기온과 습도는 동굴생태계에 가장 근본이 되는 환경이다.

화압동굴의 경우 광장동굴로 규모가 크기 때문에 기류의 이동이 적으며 지하수의 유입도 활발하지 못하여 습도가 낮은 편이다. 따라서 이 습도가 낮다는 것은 동굴생물의 서식에 매우 불리한 환경이 되는 것이다. 그러나 대체로 기온의 편차가 적고 기류의 이동이 적어 다른 동굴에 비하여 그 생태환경은 나쁘다고만 볼 수 없다.

이러한 동굴의 기온과 습도는 지속적으로 관찰하여 기록으로 남겨야 하므로 동굴내 주요 지점에는 온도계와 습도계를 설치하여야 한다. 또한 설치된 기구들의 측정치는 매일 오전과 오후에 조사하여 기록하여야 한다.

이번 조사의 결과로 다음과 같은 것들을 지적하고 싶다.

첫째, 동굴입구 부근의 녹지화가 시급하며 주변 생태계의 생물상이 다양하고 풍부할 수 있도록 특히 외래성 동굴생물의 유입이 활발해져 동굴내 생물상이 다양하게 되도록 하여야 한다.

둘째, 동굴생물의 서식환경은 종류에 따라 다양하지만 유기물의 퇴적지에 여러 종의 생물들이 번식하고 있으며 활동 정도에 따라 그 분포가 다양하게 나타난다. 또한 동굴생물들은 이런 곳에서 개체군을 형성하며 군서하는 경향이 있다. 한편 집단서식지로는 퇴적유기물, 구아노 등의 유기물 집적장소나 외부로 부터 유입된 유기물이나 폐기물 등이 이차적인 집단서식 장소가 되는 경우가 있으므로 적절한 동굴내 서식지 관리가 필요하다.

셋째, 외래성 생물의 동굴내 분포는 동굴내 생태적 먹이사슬에 영향을 주며 모든 동굴생물의 서식에 간접적인 물질순환의 중요한 역할을 담당하고

있으므로 이것들에 대한 관심을 가져야 한다.

네째, 동굴내 물이 고인곳에 장넙굴새우와 같은 수서생물이 서식하며 곤충류의 생물들도 습윤한 지역에서 군서하는 경향이 있으므로 건조상태가 되면 이들 생물들도 이동하거나 사멸되므로 집단서식지가 메마르지 않도록 갈수기에는 수분공급을 해 주어야 한다.

다섯째, 동굴내의 조명등은 적당한 조도를 유지하도록 하여 이 조명으로 인한 녹색공해가 발생하지 않도록 주의가 요구되며 또한 동굴입구에서 직접 강한 바람이 유입되어 동구내부가 건조하지 않도록 외부에 차단시설을 하는 것도 필요하다.

(6) 운영관리 분야

이 동굴은 안내원의 교육 및 배치도 매우 미흡하다고 본다. 더구나 동굴은 자연학습의 현장으로의 역할을 하고 있는데 해설, 설명, 안내간판 등이 부족하거나 학술적인 면에서 부적합한 것이 많아 이들에 대한 전면적인 개선이 요구된다.

또한 비상시에 대비하여 동굴에 안내원을 배치하여야 하고, 방송시설을 설치하여 안내방송을 실시하는 방안도 필요하다.

동굴입구를 향하는 외부의 등반집입로 주변에 있는 낙석은 제거되어야 하며 입구 주변의 조경상태도 개선해야 한다고 본다.

화암동굴에 관련된 홍보자료도 부족하고 미흡하여 많은 관광객이 찾아드는데 한계가 있으므로 이 화암동굴이 자연학습의 현장으로서 그 가치성을 부각시켜 홍보를 하여야 할 것이다.

<화 압 동 굴 안 전 진 단 표>

각 지구 종합 화 압 동 굴								
안 전 진 단	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
시 시 설	일 반 시 설	1) 관리사무소		○		4		
		2) 동굴 출입구 시설		○		4		
		3) 오물 폐기 시설		○		4		
		4) 안내 방송 시설				○	2	
		5) 각종 시설의 보수유지			○		4	
설 설 명 비 안 전	조 명 시 설	1) 조명자료	○			5		
		2) 조명등 설치 위치		○		4		
		3) 조명도 (Lux)			○	2		
		4) 조명 각도		○		4		
		5) 반사 조명			○	2		
		6) 조명색		○		4		
		7) 조명 범위		○		4		
		8) 조명등 배치 거리			○	2		
		9) 조명등의 수			○	2		
		10) 음영 형성 유무		○		4		
		11) 설치 견고성	○			5		
		12) 회로 처리			○	2		
		13) 배선 상태			○	2		
		14) 비상 전등 및 전원			○	2		
		15) 눈부심(휘도)발생 유무			○	2		
전	통 행 시 설	1) 통로 바닥		○		4		
		2) 통로의 넓이		○		4		
		3) 통로의 높이		○		4		
		4) 통로의 상태		○		4		

각 지구 종합 화 압 등 굴							
안전 진단	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
자연환경과 안전성	소음 진동 악취	5) 악취의 유무		○		4	
		6) 악취의 정도		○		4	
		7) 악취의 흡수, 흡착, 세척		○		4	
		8) 환기 처리		○		4	
		9) 청소 방법		○		4	
		10) 진동의 유무		○		4	
	습도 및 온도	1) 폐쇄시 습도		○		4	50%
		2) 관광시 습도		○		4	50%
		3) 조명등 부근 습도		○		4	45%
		4) 폐쇄시 온도		○		4	10°C
5) 관광시 온도			○		4	10°C	
6) 조명등 부근 온도			○		4	11°C	
인위적 파괴	파괴 구분	1) 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수, 확장)		○		4	없음
		2) 합법적 파괴 (개별확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)		○		4	없음
		3) 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식행위)		○		4	없음
		4) 고의적 파괴 (규정무시, 범죄적 파괴)		○		4	없음
		5) 과사용 (적정선 초과)		○		4	
		6) 인위적 파괴 통제책		○		4	

각 지구 종합 화 압 등 굴							
안전 진단	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설 설 비 안 전	통행 시설	5) 계단 통로 6) 통로 시설 자료 7) 통로 시설 강도 8) 통로 시설의 구조 9) 안전망 및 손잡이 10) 위험 통로의 안전 표시	○ ○ ○ ○	 ○ 	 ○	5 4 5 5 5 3	
	내 부 설 비 시 설	1) 쓰레기 폐기 설비 2) 청소 설비 및 관리 3) 환경 측정 설비 및 기기 4) 설명판 5) 시설물의 안전도 6) 설비물 정리 및 배열 7) 보호 대책 8) 각종 설비의 보수 유지	○ ○	 ○ ○ ○ ○	 ○ ○ ○	5 4 2 2 5 4 2 4	
자연 환경 과 안전 성	낙 반 침 수 붕 괴 공 해	1) 낙반의 위험도 2) 낙반 위험 대책 3) 외부 침수 가능성 4) 입출구 부근 5) 토양 붕괴 위험도 6) 암반 구조 안전성 7) 박리공해 8) 녹색공해 9) 흑색공해		 ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○	2 2 4 4 4 4 4 3 4	
	소 음 진 동 취 약	1) 관광시 소음 2) 기기 작동시 소음 3) 소음벽 설치 필요성 4) 방음 장치의 필요성		○ ○ ○ ○		4 4 4 4	불 요 불 요

각 지구 종합 화 압 등 굴							
안전 진단	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
안전 요 원 및 교 육	안전 요 원	1) 안전요원(안내) 인원수			○	2	
		2) 안전 요원 배치			○	2	
		3) 안전 요원 활동			○	2	
		4) 안전 요원 식별			○	2	
		5) 안전 요원 능력			○	3	
안전 교육	안전 교육	1) 안전 요원 교육			○	2	
		2) 관람인 안전 교육			○	2	
		3) 안전 표시판			○	2	
		4) 안전 안내 방송 활용			○	2	
안전 수 칙	안전 수 칙	1) 안전 관리 규정 제정			○	2	
		2) 안전 요원 업무 분야			○	3	
		3) 정기 안전 측정 및 평가			○	2	
		4) 안전 표시판			○	2	
		5) 안전 안내 방송 활용			○	2	

제 1 지구 (입구 ~ 광장입구)								
안전 진단	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고	
			최적	양호	요개선			
시 설	일 반 사 설	1) 동굴 출입구 시설		○		4		
		2) 오물 폐기 시설		○		4		
		3) 안내 방송 시설			○	2		
		4) 각종 시설의 보수유지		○		4		
설 비 안 전	조 명 사 설	1) 조명등 설치 위치		○		4		
		2) 조명도 (Lux)		○		4		
		3) 조명 각도		○		4		
		4) 반사 조명		○		4		
		5) 조명색		○		4		
		6) 조명 범위		○		4		
		7) 조명등 배치 거리				○	2	
		8) 조명등의 수				○	2	
		9) 음영 형성 유무		○			4	
		10) 설치 견고성		○			4	
		11) 회로 처리		○			4	
		12) 배선 상태				○	2	
		13) 비상 전등 및 전원				○	2	
		14) 눈부심(휘도) 발생 유무		○			4	
통 행 사 설	통 로 사 설	1) 통로 바닥		○		4		
		2) 통로의 넓이	○			5		
		3) 통로의 높이		○		4		
		4) 통로의 상태	○			5		

제 1 지구 (입구 ~ 광장입구)							
안전 진단	진단 항목	측정조사세부항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설 설비 안전	내 부 설 비 시 설	1) 쓰레기 폐기 설비		○		4	
		2) 청소설비 및 관리		○		4	
		3) 환경 측정 설비 및 기기		○		4	
		4) 설명판			○	2	
		5) 시설물의 안전도			○	4	
		6) 설비물 정리 및 배열			○	4	
자 연 환경	낙 반 침 수 봉 괴 공 해	1) 낙반의 위험도		○		4	
		2) 낙반 위험 대비책		○		4	
		3) 외부 침수 가능성		○		4	
		4) 입출구 부근		○		4	
		5) 토양 붕괴 위험도		○		4	
		6) 암반 구조 안전성		○		4	
		7) 박리공해	○			5	
		8) 녹색공해		○		4	
과 안 전 성	소 음 진 동 악 취	1) 관광시 소음		○		4	불 요 불 요
		2) 기기 작동시 소음		○		4	
		3) 소음벽 설치 필요성		○		4	
		4) 방음 장치의 필요성		○		4	
		5) 악취의 유무		○		4	
		6) 악취의 정도		○		4	
		7) 악취의 흡수, 흡착, 세척		○		4	
		8) 환기 처리		○		4	
		9) 청소 방법		○		4	
		10) 진동의 유무		○		4	

제 1 지구 (입구 ~ 광장입구)							
안전 진단	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
자연 환경 과 안 정 성	습 도 및 온 도	1) 폐쇄시 습도		○		4	20%
		2) 관광시 습도		○		4	20%
		3) 조명등 부근 습도		○		4	18%
		4) 폐쇄시 온도		○		4	8℃
		5) 관광시 온도		○		4	8℃
		6) 조명등 부근 온도		○		4	9℃
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	1) 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수, 확장)	○			5	없음
		2) 합법적 파괴 (개별확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)	○			5	없음
		3) 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식행위)	○			5	없음
		4) 고의적 파괴 (규정무시, 범죄적 파괴)	○			5	없음
		5) 과사용 (적정선 초과)		○		4	
		6) 인위적 파괴 통제책		○		4	
안 전 요 원	안 전 요 원	1) 안전요원(안내) 인원수			○	2	
		2) 안전 요원 배치			○	2	
		3) 안전 요원 활동			○	2	
		4) 안전 요원 식별			○	2	

제 2 지구 (광장입구 ~ 불자상부근)

안전진단	진단항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설	일반 시설	1) 오물 폐기 시설		○		4	
		2) 안내 방송 시설			○	2	
		3) 각종 시설의 보수유지		○		4	
안전	설비	1) 조명등 설치 위치		○		4	
		2) 조명도 (Lux)			○	2	
		3) 조명 각도		○		4	
		4) 반사 조명			○	2	
		5) 조명색		○		4	
		6) 조명 범위		○		4	
		7) 조명등 배치 거리			○	2	
		8) 조명등의 수			○	2	
		9) 음영 형성 유무		○		4	
		10) 설치 견고성	○			5	
		11) 회로 처리		○		4	
		12) 배선 상태			○	2	
		13) 비상 전등 및 전원		○		4	
		14) 눈부심(휘도) 발생 유무			○	2	
시설	통행 시설	1) 통로 바닥	○			5	
		2) 통로의 넓이	○			5	
		3) 통로의 높이	○			5	
		4) 통로의 상태	○			5	
		5) 통로 시설 강도	○			5	
		6) 통로 시설의 구조	○			5	
		7) 안전망 및 손잡이		○		4	
		8) 위험 통로의 안전 표식			○	2	

제 2 지구 (광장입구 ~ 불자상부근)							
안전 진단	진단 항목	측정조사세부항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설 설비 안전	내 부 설 비 시 설	1) 쓰레기 폐기 설비	○			5	
		2) 청소 설비 및 관리	○			5	
		3) 환경 측정 설비 및 기기			○	2	
		4) 설명판			○	2	
		5) 시설물의 안전도		○		4	
		6) 설비물 정리 및 배열		○		4	
자 연 환경	낙 반 침 수 봉 괴 공 해	1) 낙반의 위험도		○		4	
		2) 낙반 위험 대비책		○		4	
		3) 외부 침수 가능성		○		4	
		5) 토양 붕괴 위험도		○		4	
		6) 암반 구조 안전성			○	2	
		7) 박리공해			○	3	
		8) 녹색공해			○	2	
		과 안 전 성	소 음 악 취 진 동	1) 관광시 소음		○	
2) 기기 작동시 소음				○		4	
3) 소음벽 설치 필요성				○		4	
4) 방음 장치의 필요성				○		4	
5) 악취의 유무				○		4	
6) 악취의 정도				○		4	
7) 악취의 흡수, 흡착, 세척				○		4	
8) 환기 처리				○		4	
9) 청소 방법				○		4	
10) 진동의 유무				○		4	

제 2 지구 (광장입구 ~ 불자상부근)

안전 진단 항목	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
자연 환경 과 안 전 성	습 도 및 온 도	1) 폐쇄시 습도		○		4	55%
		2) 관광시 습도		○		4	55%
		3) 조명등 부근 습도		○		4	50%
		4) 폐쇄시 온도		○		4	10℃
		5) 관광시 온도		○		4	10℃
		6) 조명등 부근 온도		○		4	11℃
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	1) 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수, 확장)	○			5	없음
		2) 합법적 파괴 (개별확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)		○		4	없음
		3) 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식행위)		○		4	없음
		4) 고의적 파괴 (규정무시, 범죄적 파괴)	○			5	없음
		5) 과사용 (적정선 초과)		○		4	
		6) 인위적 파괴 통제책		○		4	
안 전 요 원	안 전 요 원	1) 안전요원(안내) 인원수			○	2	
		2) 안전 요원 배치			○	2	
		3) 안전 요원 활동			○	2	
		4) 안전 요원 식별			○	2	

제 3 지구 (불자상 부근 ~ 암석원)							
안전 진단 진단	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시 시 설	일 반 시 설	1) 오물 빼기 시설		○		4	
		2) 안내 방송 시설			○	2	
		3) 각종 시설의 보수유지		○		4	
설 설 비 안 전	조 명 시 설	1) 조명등 설치 위치		○		4	
		2) 조명도 (Lux)			○	2	
		3) 조명 각도		○		4	
		4) 반사 조명			○	2	
		5) 조명색		○		4	
		6) 조명 범위		○		4	
		7) 조명등 배치 거리		○		4	
		8) 조명등의 수		○		4	
		9) 음영 형성 유무			○	2	
		10) 설치 견고성		○		4	
		11) 회로 처리		○		4	
		12) 배선 상태		○		4	
		13) 비상 전등 및 전원		○		4	
		14) 눈부심(휘도) 발생 유무			○	2	
시 행 시 설	통 행 시 설	1) 통로 바닥	○			5	
		2) 통로의 넓이	○			5	
		3) 통로의 높이	○			5	
		4) 통로의 상태	○			5	
		5) 통로 시설 강도	○			5	
		6) 통로 시설의 구조	○			5	
		7) 안전망 및 손잡이		○		4	
		8) 위험 통로의 안전 표식		○		4	

제 3 지구 (불자상 부근 ~ 암석원)

안전진단항목	진단항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설 설비 안전	내부 설비 시설	1) 쓰레기 폐기 설비		○		4	
		2) 청소 설비 및 관리		○		4	
		3) 환경 측정 설비 및 기기			○	2	
		4) 설명판			○	2	
		5) 시설물의 안전도	○			5	
		6) 설비물 정리 및 배열			○	2	
자연 환경	낙반 침수 붕괴 공해	1) 낙반의 위험도			○	2	
		2) 낙반 위험 대비책			○	3	
		3) 외부 침수 가능성	○			5	
		4) 토양 붕괴 위험도			○	2	
		5) 암반 구조 안전성			○	2	
		6) 박리공해			○	2	
		7) 녹색공해		○		4	
과 안 전 성	소음 악취 진동	1) 관광시 소음		○		4	불 요 불 요
		2) 기기 작동시 소음		○		4	
		3) 소음벽 설치 필요성		○		4	
		4) 방음 장치의 필요성		○		4	
		5) 악취의 유무		○		4	
		6) 악취의 정도		○		4	
		7) 악취의 흡수, 흡착, 세척		○		4	
		8) 환기 처리		○		4	
		9) 청소 방법		○		4	
		10) 진동의 유무			○	2	

제 3 지구 (불자상 부근 ~ 암석원)							
안전 진단	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
자연 환경 과 안 전 성	습 도 및 온 도	1) 폐쇄시 습도		○		4	50%
		2) 관광시 습도		○		4	50%
		3) 조명등 부근 습도		○		4	47%
		4) 폐쇄시 온도		○		4	9°C
		5) 관광시 온도		○		4	9°C
		6) 조명등 부근 온도		○		4	10°C
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	1) 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수, 확장)		○		4	없음
		2) 합법적 파괴 (개별확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)		○		4	없음
		3) 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식행위)		○		4	없음
		4) 고의적 파괴 (규정무시, 범죄적 파괴) (관리소홀, 무식행위 방지)		○		4	없음
		5) 과사용 (적정선 초과)		○		4	
		6) 인위적 파괴 통제책		○		4	
안 전 요 원	안 전 요 원	1) 안전요원(안내) 인원수			○	2	
		2) 안전 요원 배치			○	2	
		3) 안전 요원 활동			○	2	
		4) 안전 요원 식별			○	2	

제 4 지구 (압석원 ~ 광장입구)

안전 진단 항목	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시 설 비 안 전	일 반 시 설	1) 오물 폐기 시설		○		4	
		2) 안내 방송 시설			○	2	
		3) 각종 시설의 보수유지		○		4	
시 설 비 안 전	조 명 시 설	1) 조명등 설치 위치		○		4	
		2) 조명도 (Lux)		○		4	
		3) 조명 각도		○		4	
		4) 반사 조명			○	2	
		5) 조명색		○		4	
		6) 조명 범위		○		4	
		7) 조명등 배치 거리		○		4	
		8) 조명등의 수		○		4	
		9) 음영 형성 유무		○		4	
		10) 설치 견고성		○		4	
		11) 회로 처리		○		4	
		12) 배선 상태		○		4	
		13) 비상 전등 및 전원		○		4	
		14) 눈부심(휘도) 발생 유무				○	2
시 설	통 행 시 설	1) 통로 바닥	○			5	
		2) 통로의 넓이	○			5	
		3) 통로의 높이	○			5	
		4) 통로의 상태	○			5	
		5) 통로 시설 강도	○			5	
		6) 통로 시설의 구조	○			5	
		7) 안전망 및 손잡이	○			5	
		8) 위험 통로의 안전 표식		○		4	

제 4 지구 (암석원 ~ 광장입구)

안전진단항목	진단항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설 설비 안전	내부 설비 시설	1) 쓰레기 폐기 설비		○		4	
		2) 청소 설비 및 관리		○		4	
		3) 환경 측정 설비 및 기기			○	2	
		4) 설명판		○		4	
		5) 시설물의 안전도		○		4	
		6) 설비물 정리 및 배열				○	2
자연 환경	낙반 침수 붕괴 공해	1) 낙반의 위험도		○		4	
		2) 낙반 위험 대비책		○		4	
		3) 외부 침수 가능성	○			5	
		4) 토양 붕괴 위험도		○		4	
		5) 암반 구조 안전성		○		4	
		6) 박리공해		○		4	
		7) 녹색공해			○	2	
과 안 전 성	소음 악취 진동	1) 관광시 소음		○		4	불 요 불 요
		2) 기기 작동시 소음		○		4	
		3) 소음벽 설치 필요성		○		4	
		4) 방음 장치의 필요성		○		4	
		5) 악취의 유무		○		4	
		6) 악취의 정도		○		4	
		7) 악취의 흡수, 흡착, 세척		○		4	
		8) 환기 처리		○		4	
		9) 청소 방법		○		4	
		10) 진동의 유무		○		4	

제 4 지구 (암석원 ~ 광장입구)							
안전 진단	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
자연 환경 과 안 전 성	습 도 및 온 도	1) 폐쇄시 습도		○		4	45%
		2) 관광시 습도		○		4	45%
		3) 조명등 부근 습도		○		4	40%
		4) 폐쇄시 온도		○		4	9°C
		5) 관광시 온도		○		4	9°C
		6) 조명등 부근 온도		○		4	10°C
인 위 적 파 괴	파 괴 분	1) 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수, 확장)		○		4	없음
		2) 합법적 파괴 (개별확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)		○		4	없음
		3) 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식행위)		○		4	없음
		4) 고의적 파괴 (규정무시, 범죄적 파괴) (관리소홀, 무식행위 방치)		○		4	없음
		5) 과사용 (적정선 초과)		○		4	
		6) 인위적 파괴 통제책		○		4	
안 전 요 원	안 전 요 원	1) 안전요원(안내) 인원수			○	2	
		2) 안전 요원 배치			○	2	
		3) 안전 요원 활동			○	2	
		4) 안전 요원 식별			○	2	

전기분야 안전진단 세부항목(설계와 시공의 차이점 비교)

종 목	설 계	시 공
PANEL (P-M)	NFB 4P 75A - 1EA 3P 50A - 6EA 2P 30A - 4EA ELO 10CC7 - 1 SET 외함 및 COVER - S/S	NFB 4P 75A - 1EA 2P 50A - 3EA ELB 2P 30A - 5EA 외함 및 COVER - STEEL
	<ul style="list-style-type: none"> * 판넬 P-M 내에서 모든 각분기 PANEL까지 전원을 3상 4선식으로 공급하게 되어있음 * 추가 동력을 유지할 수 있음 * 분기 PANEL 까지 누전검출이 가능 * 외함 및 COVER는 STAINLESS STEEL BOX로 제작하여 반영구적으로 사용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> * 판넬 규격이 작으므로 추가 동력시 용량 확장이 불가 * 분기 PANEL 까지의 누전검출 불가 * 분기 PANEL 까지 단상이상 공급 불가 * 외함 및 COVER의 STEEL제작으로 녹 및 부식 우려 * 부하단이 단상이므로 각상의 평형을 이루기가 어려움 (부하불균형)
PANEL (L-A)	NFB 3P 50A - 1EA 3P 30A - 2EA ELB 2P 30A - 4EA MG M75 - 1EA PHOTO CELL - 1EA 외함 및 COVER - S/S	
	<ul style="list-style-type: none"> * 사무실등 및 외등의 상부하를 고려하여 설계 * 외등은 자동점멸로 설계 * 녹 및 부식방지 목적함을 S/S로 설계 	<ul style="list-style-type: none"> * L-A 함 자체가 시공되지 않았음

종 목	설 계	시 공
PANEL (L-1) (L-2) (L-3)	NFB 2P 50/30A - 1EA ELB 2P 30/15A - 4EA 연용 SWITCH(FOAVM) - 10EA 외함 및 COVER - S/S PILOT LAMP - 1EA * 출입구 통로등의 부분 접미를 위해 연용 S/W 내장 * 비상 정전시를 위해(복귀후) PILOT - LAMP QNCKR * 각 구간별 누전시 타구간 전등이 통로를 비추게 하도록 분기를 ELB로 설계됨	* (L-3) 1면만 설치됨 ELB 2P 50A - 1EA NFB 2P 30A - 4EA * MAIN이 ELB로 시공됨으로써 분기 한개 라인만 누전되면 L-3 판넬에서 전원 공급되는 전체 전등이 소등됨 * 연용 S/W 가 내장되어 있지 않으므로 등굴 내부의 밝기 에 따른 구간별 접점이 불가 * 분전함이 STEEL로 되었으므 로 부식의 우려가 있음
PANEL (L-4, 5)	NFB 3P 50A - 1EA ELB 2P 30A - 6EA 연용 S/W(램프형) - 7EA 외함 및 COVER - S/S PILOT LAMP - 1EA	ELB 2P 50A - 1EA NFB 2P 30A - 4EA * 카바는 S-4만 SUS.
	* 판넬 L-1,2,3항 란과 동일	* 판넬 L-1,2,3항 란과 동일

종 목	설 계	시 공
PM-GENE	ER 22' - 4C GV - 14'	CV 14' - 4C
PM-LA	CV 14' - 4C GV - 8'	미 시 공
PM - L1	CV 8' - 2C GV - 8'	상 동
PM - L2	CV 14' - 2C GV - 8'	상 동
PM - L3	CV 22' - 2C GV - 8'	IV 8' - 2
PM - L4	CV 22' - 4C GV - 14'	상 동
PM - L5	CV 22' - 4C GV - 14'	상 동
	<ul style="list-style-type: none"> * 전선의 전열율을 위해 CV로 설계 * 동굴내부의 습도에 따라 누전 방지를 위해 설계되었으며 누전시 감전사고를 줄이기 위하여 접지선 포선 * 발전기 라인은 소방법에 의거 FR-8 	<ul style="list-style-type: none"> * 발전 라인이 CV로 시공되었으므로 법규상 허용 불가 * IV로 시공 되었으므로 절연체가 파괴될 우려가 많고 접지선 포선이 되어있지 않으므로 감전사고의 우려가 있음