고씨동굴의 안전진단 평가보고

학회 기술이사 변 태 근
학회 기술이사 임 병 기
학회 기술이사 경 만 호

Ⅰ. 서론

동굴의 안전진단은 일반적인 인사사항에 대비하는 안전진단 만은 아니다. 즉, 동굴의 생태환경의 보전을 위한 보전책도 강구하며 특히 동굴생물의 생태유지 등의 실태를 조사하는데 그 목적이 있다고 하겠다.

사실상 동굴은 소중한 천연적인 자연자원이다.

최근에 이르러 세계의 모든 나라에서는 이와같은 지하세계의 탐승을 위한 관광개발이 활발하게 이루어지고 있다. 예를 들면 일본에서는 전국에 총93개소의 동굴들이 공개된 관광동굴로 개발되어 있다.

이밖에도 천연동굴 그대로 남겨둔채 자연공원이나 삼림공원의 일부지역으로 가끔 개방하는 동굴들도 수십개소가 있다. 그리고 이들은 해마다 1년에 계절에 따른 4회의 안전진단을 시행하고 있는 실정이다.

우리나라에서는 1993년도 연말에야 비로소 이미 공개되고 있는 관광동굴에 한하여 해마다 1회 이상의 환경보전을 위한 안전진단을 실시할 것을 당국에서 지시하고 있는 실정이다.

즉, 안전진단이란 공개되어 관광개발된 동굴에 대하여 정기적으로 그 동굴에 대한 안전성을 확인하는 작업이다.

매일같이 많은 관광객의 출입을 겪어야 하기에 공개된 동굴들은 관람객의 편익도모는 물론, 동굴 생태환경의 보전과 인명의 안전보호와 안전관리를 위하여 정기적으로 동굴을 둘러싸고 있는 지질구조, 그리고 그 동굴내부의 각종 시설 등에 대한 안전성을 비롯하여 그박에 환경보전을 위한 조사라고 할 수 있으므로, 해마다 1회 이상의 안전진단과 실태조사가 이루어 져야한다. 그러나 고씨동굴의 경우는 이러한 환경안전진단 및 보전대책 조사를 오랜동안 실시하지 않아서 동굴 환경변화의 실태자료가 없기때문에 이와같

은 조사가 요구되어온 바이다.

다만 본 고씨동굴은 천연기념물 219호로 지정된 당시에 동굴에 대한 전반적인 학술조사가 실시되어 있지 않으므로 학술조사를 바탕으로 하는 보고서를 기본대장으로 하는 환경보전실태의 변화 등이 불가능 하므로 이번 조사에서는 부득히 현시점에서의 실태를 기준하였음을 밝혀둔다. 따라서 앞으로 동굴의 지속적인 보호와 보전을 위해서는 동굴의 학술조사를 반드시 실시하여 기본대장으로 삼아야 할 것이다.

Ⅱ. 안전진단의 구분과 내용

1. 개요

안전진단이란 환경보전을 위한 조사를 겸한 안전진단이므로 관광객의 인명사고 그리고 시설 및 환경의 보전을 위한 목적에서 실시하고 있기 때문에 이와같은 안전진단은 외국에서는 봄, 여름, 가을, 겨울의 4계절 마다 이에 대한 진단을 실시하고 있는 현실이다.

고씨동굴이 남한강 강변에 있을뿐만 아니라 동굴입구가 크기 때문에 계절에 따라 해빙, 해토, 홍수와 그 밖에 기상 및 기후 조건과 지층구조상의 여건 때문에 동굴의 지반에 변화가 있을 수 있기 때문에 최소한 이와같은 환경안전진단은 반드시 1년에 1회 이상 실시하는 것이 요구되고 있다.

더구나 여름과 겨울의 건습환경의 극단적인 차이는 지층 뿐만 아니라 생물의 생태환경에 크게 영향을 주고 있으므로 이 계절에 앞서 생태환경보전을 위한 안전진단이 시행되어야 함은 마땅하다.

이제 이 안전진단의 방침을 설명하면 다음과 같다.

2. 안전진단의 주요 내용

(1) 지질구조분야

안전진단의 한 분야인 지질구조 분야는 동굴을 형성하고 있는 지층의 지질구조를 진단하는 것이다. 그 지층의 암석이 무었이며, 그 배열이 어떠하며 그리고 지질이 낙반에 관계될 것인가를 예측, 판단, 평가를 조사하는 것이다. 즉, 암층의 주향과 경사 등을 보아 낙반의 우려성이 있는 지점을 확인 지적하는 안전진단이다.

(2) 동굴환경분야

이 분야에서는 녹색공해의 원인이 되어 동굴생물의 생태계에 영향을 주고 있는 기온, 습도, 조명분야를 비롯한 동굴생물과 생태환경 등이 진단의 중점으로 되고 있다.

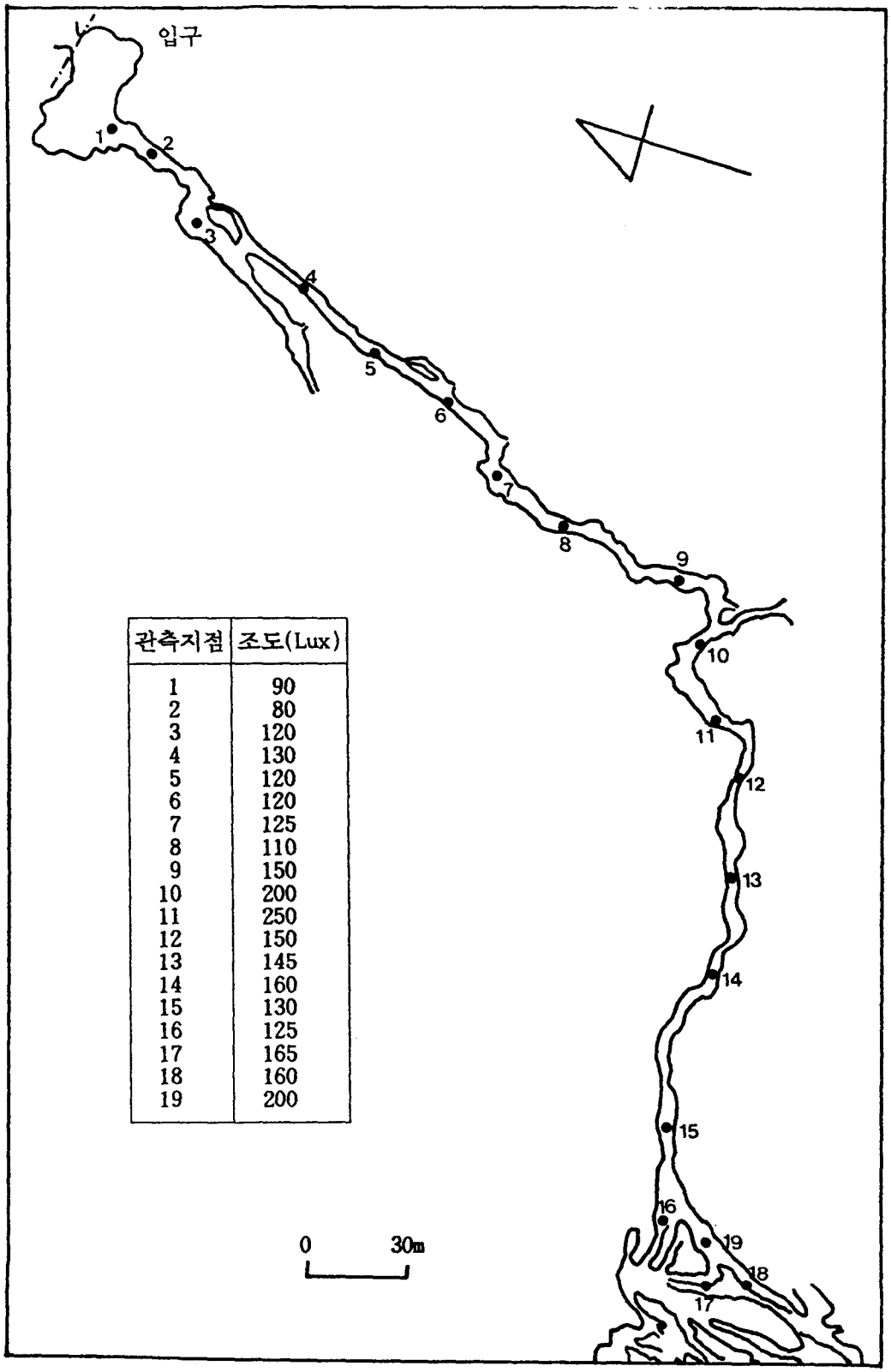
(3) 시설분야

시설분야에서는 관광객들의 통로, 휴식 그리고 관찰을 위한 제반시설에 대한 안전진단이다. 따라서 주로 관광객들의 편익도모와 인사사고를 미연방지하기 위한 각종휴식, 통신, 안내, 해설 등의 시설 등에 대한 안전진단이라 할 수 있다.

(4) 전기 조명분야

실제로 동굴 조명시설의 조도(밝기)여하에 따라서 동굴내부의 온도 및 습도가 달라진다. 따라서 적당한 조명시설로 지형지물의 관찰, 통로의 안전에도 기여 하면서, 동굴내부의 생태환경에도 커다란 무리가 없도록 시설되어야 하겠다.

일반적으로 적절한 동굴내부의 조도는 70-100 럭스(Lux)가 적합한 것이다. 즉, 이 안전진단은 조도와 누전상태 등의 안전진단을 주로 하고 있는 것이다. 또한 비상시 작동되는 비상 전원에 대한 점검도 중요한 조사 항목의 하나이다.



관측지점	조도(Lux)
1	90
2	80
3	120
4	130
5	120
6	120
7	125
8	110
9	150
10	200
11	250
12	150
13	145
14	160
15	130
16	125
17	165
18	160
19	200

(그림 1) 조도 분포도

Ⅲ. 안전진단표의 평가

⊙ 安全診斷表

안 전 진 단 확 인 표							
각 지구 종합 고 씨 굴							
안전 진단	진단 항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시 설	일 반 시 설	1) 洞窟 觀光, 事務所		○		4	
		2) 洞窟 出入口 施設	○			5	
		3) 汚物 廢棄 施設		○		4	
		4) 案內 放送 施設			○	2	
		5) 各種 施設의 補修維持		○		4	
설 비 안 전 시 설	조 명	1) 照明資料			○	2	
		2) 照明燈 設置 位置		○		4	
		3) 照明度 (Lux)		○		4	
		4) 照明 角度		○		4	
		5) 反射 照明			○	2	
		6) 照明色		○		4	
		7) 照明 範圍		○		4	
		8) 照明燈 配置 距離		○		4	
		9) 照明燈의 數	○			5	
		10) 陰影 形成 有無		○		4	
		11) 設置 堅固性		○		4	
		12) 回路 處理		○		4	
		13) 配線 狀態		○		4	
		14) 非常 電燈 및 電源		○		4	
		15) 눈부심(輝度) 發生 有無			○	2	

안 전 진 단 확 인 표							
각 지구 종합 고 씨 굴							
안전 진단	진단 항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시 설 비 안 전	통 행 시 설	1) 通路 바닥	○			5	
		2) 通路의 넓이		○		4	
		3) 通路의 높이		○		4	
		4) 通路의 狀態		○		4	
		5) 階段 通路		○		4	
		6) 通路 施設 資料			○	2	
		7) 通路 施設 強度		○		4	
		8) 通路 施設의 構造		○		4	
		9) 安全網 및 손잡이			○	2	
		10) 危險 通路의 安全 標識		○		4	
	내 부 설 비	1) 쓰레기 廢棄 設備	○			5	
		2) 淸捕 設備 및 管理		○		4	
		3) 環境 測定 設備 및 機器		○		4	
		4) 說明板			○	2	
		5) 施設物의 安全度		○		4	
		6) 設備物 整理 및 配列		○		4	
		7) 保護 對策		○		4	
		8) 各種 設備의 補修 維持		○		4	

안 전 진 단 확 인 표							
각 지구 종합 고 씨 굴							
안전 진단	진단 항목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요개선		
自 연 환 경 과 안 전 성	낙 반	1) 落盤의 危險度			○	2	
		2) 落盤 危險 對備策			○	2	
	침 수	3) 外部 浸水 可能性		○		4	
		4) 入出口 附近		○		4	
		5) 土壤 崩壞 危險度		○		4	
	붕 괴	6) 岩盤 構造 安全性			○	2	
		7) 剝離公害		○		4	
	공 해	8) 綠色公害		○		4	
		9) 黑色公害		○		4	
	소 음 진 동 악 취 소 음	1) 觀光時 騷音		○		4	
		2) 機器 作動時 騷音		○		4	
		3) 騷音壁 設置 必要性		○		4	불 요
		4) 防音 裝置의 必要性		○		4	불 요
		5) 惡臭의 有無		○		4	
		6) 惡臭의 程度		○		4	
		7) 惡臭의 吸收, 吸着, 洗滌		○		4	
		8) 換氣 處理		○		4	
		9) 淸掃 方法		○		4	
		10) 振動의 有無		○		4	

안 전 진 단 확 인 표							
각 지구 종합 고 씨 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	요개선		
자 연 환 경 과 안 정 성	습 도 및 온 도	1) 閉鎖時 濕度		○		4	65%
		2) 觀光時 濕度			○	2	60%
		3) 照明燈 附近 濕度			○	2	50%
		4) 閉鎖時 溫度		○		4	11℃
		5) 觀光時 溫度		○		4	12℃
		6) 照明燈 附近 溫度		○		4	13℃
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	1) 不法的 破壞 (승인없는 수리, 보수, 확장)		○		4	없 음
		2) 合法的 破壞 (개별확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)		○		4	없 음
		3) 不注意에 의한 破壞 (관리소홀, 무식행위)		○		4	없 음
		4) 故意的 破壞 (수집, 규정무시, 범죄적 파괴) (관리소홀, 무식행위 방치)		○		4	없 음
		5) 過使用 (適正線 超過)		○		4	
		6) 人爲的 破壞 統制策		○		4	
		7) 統計 및 處理 結果		○		4	

안 전 진 단 확 인 표							
각 지구 종합		고 씨 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	요개선		
안 전 요 원	안 전 요 원	1) 安全要員(案內) 人員數		○		4	
		2) 安全 要員 配置			○	2	
		3) 安全 要員 活動			○	2	
		4) 安全 要員 識別			○	2	
		5) 安全 要員 能力		○		4	
및 교 육	안 전 교 육	1) 安全 要員 敎育		○		4	
		2) 觀覽人 安全 敎育			○	2	
		3) 安全 表示板			○	2	
		4) 安全 案內 放送 活用			○	2	
	安 全 守 則	1) 安全 管理 規定 制定		○		4	
		2) 安全 要員 業務 分野		○		4	
		3) 定期 安全 壞測 및 評價		○		4	
		4) 安全 表示板		○		4	
		5) 安全 案內 放送 活用		○		4	

안 전 진 단 확 인 표							
제 1 지구 (입구~300m 부근)							
안전진단	진단항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시	일	1) 洞窟 觀光	○			5	
	반	2) 汚物 廢棄 施設		○		4	
설	시	3) 案內 放送 施設			○	2	
	설	4) 各種 施設의 補修維持		○		4	
설		1) 照明資料			○	2	
		2) 照明燈 設置 位置		○		4	
비	조	3) 照明度 (Lux)		○		4	
		4) 照明 角度		○		4	
	명	5) 反射 照明			○	2	
안		6) 照明色			○	2	
		7) 照明 範圍		○		4	
전	시	8) 照明燈 配置 距離	○			5	
		9) 照明燈의 數	○			5	
	설	10) 陰影 形成 有無			○	2	
		11) 設置 堅固性		○		4	
		12) 回路 處理		○		4	
		13) 配線 狀態		○		4	
		14) 非常 電燈 및 電源		○		4	
		15) 눈부심(輝度) 發生 有無			○	2	
	통	1) 通路 바닥	○			5	
	행	2) 通路의 넓이	○			5	
	시	3) 通路의 높이		○		4	
	설	4) 通路의 狀態	○			5	
		5) 階段 通路		○		4	
		6) 通路 施設 資料			○	2	

안 전 진 단 확 인 표							
안전진단	진단항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설	통행시설	7) 通路 施設 強度		○		4	
		8) 通路 施設의 構造		○		4	
		9) 安全網 및 손잡이			○	2	
		10) 危險 通路의 安全 標識			○	2	
설비안전	내부설비	1) 쓰레기 廢棄 設備		○		4	
		2) 淸捕 設備 및 管理		○		4	
		3) 環境 測定 設備 및 機器			○	2	
		4) 說明板			○	2	
		5) 施設物의 安全度		○		4	
		6) 設備物 整理 및 配列		○		4	
		7) 保護 對策		○		4	
		8) 各種 設備의 補修 維持		○		4	
자연환경과안전	낙반	1) 落盤의 危險度	○			5	
		2) 落盤 危險 對備策		○		4	
	침수	3) 外部 浸水 可能性		○		4	
		4) 土壤 崩壞 危險度		○		4	
	붕괴	5) 岩盤 構造 安全性		○		4	
		6) 剝離公害		○		4	
	공해	7) 綠色公害		○		4	
		8) 黑色公害		○		4	
	소음진동악취	1) 觀光時 騷音		○		4	
		2) 機器 作動時 騷音		○		4	
		3) 騷音壁 設置 必要性		○		4	불요
		4) 防音 裝置의 必要性		○		4	불요

안 전 진 단 확 인 표							
안전진단	진단항목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요개선		
자	소 음	5) 惡臭의 有無	○			5	
		6) 惡臭의 程度	○			5	
연	진 동	7) 惡臭의 吸收, 吸着, 洗滌		○		4	
		8) 換氣 處理		○		4	
환	악 취	9) 淸掃 方法		○		4	
		10) 振動의 有無		○		4	
경							
		1) 閉鎖時 濕度			○	2	65%
과	습	2) 觀光時 濕度		○		4	60%
	도	3) 照明燈 附近 濕度		○		4	55%
안	및	4) 閉鎖時 溫度		○		4	10℃
	온	5) 觀光時 溫度		○		4	11℃
전	도	6) 照明燈 附近 溫度		○		4	12℃
		1) 不法的 破壞	○			5	없 음
인	파	(승인없는 수리, 보수, 확장)					
		2) 合法的 破壞	○			5	없 음
위	괴	(개별확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)					
적		3) 不注意에 의한 破壞	○			5	없 음
	구	(관리소홀, 무식행위)					
		4) 故意的 破壞	○			5	없 음
파	분	(수집, 규정무시, 범죄적 파괴) (관리소홀, 무식행위 방치)					
괴		5) 過使用 (適正線 超過)		○		4	
		6) 人爲的 破壞 統制策		○		4	
		7) 統計 및 處理 結果			○	2	

안 전 진 단 확 인 표							
안전 진단	진단 항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
안전요원 및 교육	안전 요원	1) 安全要員(案內) 人員數		○		4	
		2) 安全 要員 配置		○		4	
		3) 安全 要員 活動		○		4	
		4) 安全 要員 識別		○		4	
		5) 安全 要員 能力		○		4	
	안전 교육	1) 安全 要員 敎育		○		4	
		2) 觀覽人 安全 敎育			○	2	
		3) 安全 表示板			○	2	
		4) 安全 案內 放送 活用			○	2	
	안전 수칙	1) 安全 管理 規定 制定		○		4	
		2) 安全 要員 業務 分野		○		4	
		3) 定期 安全 壞測 및 評價		○		4	
		4) 安全 表示板			○	2	
		5) 安全 案內 放送 活用			○	2	

안 전 진 단 확 인 표							
제 2 지구 (300m 부근 ~ 비룡폭포)							
안전진단	진단항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시	일	1) 洞窟 觀光		○		4	
	반	2) 汚物 廢棄 施設		○		4	
설	시	3) 案內 放送 施設			○	2	
	설	4) 各種 施設의 補修維持		○		4	
설		1) 照明資料			○	2	
		2) 照明燈 設置 位置		○		4	
비	조	3) 照明度 (Lux)		○		4	
		4) 照明 角度			○	2	
	명	5) 反射 照明			○	2	
안		6) 照明色			○	2	
		7) 照明 範圍			○	2	
전	시	8) 照明燈 配置 距離	○			5	
		9) 照明燈의 數		○		4	
	설	10) 陰影 形成 有無			○	2	
		11) 設置 堅固性		○		4	
		12) 回路 處理		○		4	
		13) 配線 狀態		○		4	
		14) 非常 電燈 및 電源		○		4	
		15) 눈부심(輝度) 發生 有無			○	2	
	통	1) 通路 바닥	○			5	
	행	2) 通路의 넓이		○		4	
	시	3) 通路의 높이		○		4	
	설	4) 通路의 狀態		○		4	
		5) 階段 通路		○		4	
		6) 通路 施設 資料			○	2	

안 전 진 단 확 인 표							
안전진단	진단항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설	통행시설	7) 通路 施設 強度		○		4	
		8) 通路 施設의 構造		○		4	
		9) 安全網 및 손잡이			○	2	
		10) 危險 通路의 安全 標識			○	2	
설비안전	내부설비	1) 쓰레기 廢棄 設備		○		4	
		2) 淸捕 設備 및 管理		○		4	
		3) 環境 測定 設備 및 機器			○	2	
		4) 說明板			○	2	
		5) 施設物의 安全度		○		4	
		6) 設備物 整理 및 配列		○		4	
		7) 保護 對策		○		4	
		8) 各種 設備의 補修 維持		○		4	
자연환경과안전	낙반	1) 落盤의 危險度			○	2	
		2) 落盤 危險 對備策			○	2	
	침수	3) 外部 浸水 可能性	○			5	
		4) 土壤 崩壞 危險度			○	2	
		5) 岩盤 構造 安全性			○	2	
	붕괴	6) 剝離公害			○	2	
		7) 絲色公害			○	2	
	공해	8) 黑色公害		○		4	
	소음진동악취	1) 觀光時 騷音		○		4	
		2) 機器 作動時 騷音		○		4	
		3) 騷音壁 設置 必要性		○		4	불요
		4) 防音 裝置의 必要性		○		4	불요

안 전 진 단 확 인 표							
안전진단	진단항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
자	소음	5) 惡臭의 有無		○		4	
		6) 惡臭의 程度		○		4	
연	진동	7) 惡臭의 吸收, 吸着, 洗滌		○		4	
		8) 換氣 處理		○		4	
환	악취	9) 淸掃 方法		○		4	
		10) 振動의 有無		○		4	
경							
		1) 閉鎖時 濕度		○		4	70%
과	습	2) 觀光時 濕度		○		4	65%
	도	3) 照明燈 附近 濕度		○		4	60%
안	및	4) 閉鎖時 溫度		○		4	11℃
	온	5) 觀光時 溫度		○		4	12℃
전	도	6) 照明燈 附近 溫度		○		4	13℃
		1) 不法的 破壞	○			5	없 음
인	파	(승인없는 수리, 보수, 확장)					
		2) 合法的 破壞	○			5	없 음
위	괴	(개별확장, 부착물 시설에					
		의한 천연요소 변형)					
적		3) 不注意에 의한 破壞	○			5	없 음
	구	(관리소홀, 무식행위)					
		4) 故意的 破壞	○			5	없 음
파	분	(수집, 규정무시, 범죄적 파괴)					
		(관리소홀, 무식행위 방치)					
괴		5) 過使用 (適正線 超過)	○			5	
		6) 人爲的 破壞 統制策	○			5	
		7) 統計 및 處理 結果		○		4	

안 전 진 단 확 인 표							
안전 진단	진단 항목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요개선		
안 전 요 원	안 전 요 원	1) 安全要員(案內) 人員數			○	2	
		2) 安全 要員 配置			○	2	
		3) 安全 要員 活動			○	2	
		4) 安全 要員 識別			○	2	
		5) 安全 要員 能力			○	2	
및 교 육	안 전 교 육	1) 安全 要員 敎育			○	2	
		2) 觀覽人 安全 敎育			○	2	
		3) 安全 表示板			○	2	
		4) 安全 案內 放送 活用			○	2	
	안 전 수 칙	1) 安全 管理 規定 制定			○	2	
		2) 安全 要員 業務 分野			○	2	
		3) 定期 安全 點測 및 評價			○	2	
		4) 安全 表示板			○	2	
		5) 安全 案內 放送 活用			○	2	

안 전 진 단 확 인 표							
제 3 지구 (비룡폭포 ~ 백운폭포)							
안전진단	진단항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시	일	1) 洞窟 觀光	○			5	
	반	2) 汚物 廢棄 施設		○		4	
설	시	3) 案內 放送 施設			○	2	
	설	4) 各種 施設의 補修維持		○		4	
설		1) 照明資料			○	2	
		2) 照明燈 設置 位置			○	2	
비	조	3) 照明度 (Lux)			○	2	
		4) 照明 角度			○	2	
	명	5) 反射 照明			○	2	
안		6) 照明色			○	2	
		7) 照明 範圍			○	2	
전	시	8) 照明燈 配置 距離		○		4	
		9) 照明燈의 數		○		4	
	설	10) 陰影 形成 有無			○	2	
		11) 設置 堅固性		○		4	
		12) 回路 處理		○		4	
		13) 配線 狀態		○		4	
		14) 非常 電燈 및 電源		○		4	
		15) 눈부심(輝度) 發生 有無			○	2	
	통	1) 通路 바닥		○		4	
	행	2) 通路의 넓이			○	2	
	시	3) 通路의 높이		○		4	
	설	4) 通路의 狀態			○	2	
		5) 階段 通路		○		4	
		6) 通路 施設 資料			○	2	

안 전 진 단 확 인 표							
안전 진단	진단 항목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요개선		
시설	통행시설	7) 通路 施設 強度		○		4	
		8) 通路 施設의 構造		○		4	
		9) 安全網 및 손잡이			○	2	
		10) 危險 通路의 安全 標識		○		4	
설비 안전	내부 설비	1) 쓰레기 廢棄 設備		○		4	
		2) 淸捕 設備 및 管理		○		4	
		3) 環境 測定 設備 및 機器			○	2	
		4) 說明板			○	2	
		5) 施設物의 安全度		○		4	
		6) 設備物 整理 및 配列		○		4	
		7) 保護 對策			○	2	
		8) 各種 設備의 補修 維持		○		4	
자연 환경 과안 전	낙반	1) 落盤의 危險度			○	2	
		2) 落盤 危險 對備策			○	2	
	침수	3) 外部 浸水 可能性			○	2	
		4) 土壤 崩壞 危險度		○		4	
	붕괴	5) 岩盤 構造 安全性		○		4	
		6) 剝離公害		○		4	
	공해	7) 綠色公害		○		4	
		8) 黑色公害			○	2	
	소음 진동 악취	1) 觀光時 騷音			○	2	
		2) 機器 作動時 騷音		○		4	
		3) 騷音壁 設置 必要性		○		4	불 요
		4) 防音 裝置의 必要性		○		4	불 요

안 전 진 단 확 인 표							
안전 진단	진단 항목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요개선		
자	소 음	5) 惡臭의 有無		○		4	
		6) 惡臭의 程度		○		4	
연	진 동	7) 惡臭의 吸收, 吸着, 洗滌		○		4	
		8) 換氣 處理		○		4	
환	악 취	9) 淸掃 方法		○		4	
		10) 振動의 有無		○		4	
경							
		1) 閉鎖時 濕度		○		4	80%
과	습	2) 觀光時 濕度		○		4	75%
	도	3) 照明燈 附近 濕度		○		4	70%
안	및	4) 閉鎖時 溫度		○		4	12℃
	온	5) 觀光時 溫度		○		4	13℃
전	도	6) 照明燈 附近 溫度		○		4	14℃
		1) 不法的 破壞	○			5	없 음
인	파	(승인없는 수리, 보수, 확장)					
		2) 合法的 破壞	○			5	없 음
위	괴	(개별확장, 부착물 시설에					
		의한 천연요소 변형)					
적		3) 不注意에 의한 破壞	○			5	없 음
	구	(관리소홀, 무식행위)					
		4) 故意的 破壞	○			5	없 음
파	분	(수집, 규정무시, 범죄적 파괴)					
		(관리소홀, 무식행위 방치)					
괴		5) 過使用 (適正線 超過)	○			5	
		6) 人爲的 破壞 統制策	○			5	
		7) 統計 및 處理 結果		○		4	

안 전 진 단 확 인 표								
안전 진단	진단 항목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요개선		
안 전 요 원	안 전 요 원	1) 安全要員(案內) 人員數			○	2	
		2) 安全 要員 配置			○	2	
		3) 安全 要員 活動			○	2	
		4) 安全 要員 識別			○	2	
		5) 安全 要員 能力			○	2	
및 교 육	안 전 교 육	1) 安全 要員 敎育			○	2	
		2) 觀覽人 安全 敎育			○	2	
		3) 安全 表示板			○	2	
		4) 安全 案內 放送 活用			○	2	
	안 전 수 칙	1) 安全 管理 規定 制定			○	2	
		2) 安全 要員 業務 分野			○	2	
		3) 定期 安全 壞測 및 評價			○	2	
		4) 安全 表示板			○	2	
		5) 安全 案內 放送 活用			○	2	

안 전 진 단 확 인 표							
제 4 지구 (백운폭포 ~ 욕선대)							
안전진단	진단항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시	일	1) 洞窟 觀光		○		4	
	반	2) 汚物 廢棄 施設		○		4	
설	시	3) 案內 放送 施設			○	2	
	설	4) 各種 施設의 補修維持		○		4	
설		1) 照明資料			○	2	
		2) 照明燈 設置 位置		○		4	
비	조	3) 照明度 (Lux)		○		4	
		4) 照明 角度		○		4	
	명	5) 反射 照明		○		4	
안		6) 照明色		○		4	
		7) 照明 範圍			○	2	
전	시	8) 照明燈 配置 距離	○			5	
		9) 照明燈의 數	○			5	
	설	10) 陰影 形成 有無		○		4	
		11) 設置 堅固性		○		4	
		12) 回路 處理		○		4	
		13) 配線 狀態		○		4	
		14) 非常 電燈 및 電源		○		4	
		15) 눈부심(輝度) 發生 有無			○	2	
	통	1) 通路 바닥			○	2	
	행	2) 通路의 넓이			○	2	
	시	3) 通路의 높이			○	2	
	설	4) 通路의 狀態			○	2	
		5) 階段 通路		○		4	
		6) 通路 施設 資料			○	2	

안 전 진 단 확 인 표							
안전 진단	진단 항목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요개선		
시설	통행시설	7) 通路 施設 強度		○		4	
		8) 通路 施設의 構造		○		4	
		9) 安全網 및 손잡이			○	2	
		10) 危險 通路의 安全 標識			○	2	
설비 안전	내부 설비	1) 쓰레기 廢棄 設備		○		4	
		2) 淸捕 設備 및 管理		○		4	
		3) 環境 測定 設備 및 機器			○	2	
		4) 說明板			○	2	
		5) 施設物의 安全度		○		4	
		6) 設備物 整理 및 配列		○		4	
		7) 保護 對策			○	2	
		8) 各種 設備의 補修 維持		○		2	
자연 환경 과안 전	낙반 침수 붕괴 공해	1) 落盤의 危險度			○	2	
		2) 落盤 危險 對備策			○	2	
		3) 外部 浸水 可能性		○		4	
		4) 土壤 崩壞 危險度		○		4	
		5) 岩盤 構造 安全性		○		4	
		6) 剝離公害			○	2	
		7) 綠色公害			○	2	
		8) 黑色公害			○	2	
	소음 진동 악취	1) 觀光時 騷音		○		4	
		2) 機器 作動時 騷音		○		4	
		3) 騷音壁 設置 必要性		○		4	불 요
		4) 防音 裝置의 必要性		○		4	불 요

안 전 진 단 확 인 표							
안전 진단	진단 항목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요개선		
자	소 음	5) 惡臭의 有無		○		4	
		6) 惡臭의 程度		○		4	
연	진 동	7) 惡臭의 吸收, 吸着, 洗滌		○		4	
		8) 換氣 處理		○		4	
환	악 취	9) 淸掃 方法		○		4	
		10) 振動의 有無		○		4	
경							
		1) 閉鎖時 濕度		○		4	85%
과	습	2) 觀光時 濕度		○		4	80%
	도	3) 照明燈 附近 濕度		○		4	75%
안	및	4) 閉鎖時 溫度		○		4	13℃
	온	5) 觀光時 溫度		○		4	14℃
전	도	6) 照明燈 附近 溫度		○		4	15℃
		1) 不法的 破壞	○			5	없 음
인	파	(승인없는 수리, 보수, 확장)					
		2) 合法的 破壞	○			5	없 음
위	괴	(개별확장, 부착물 시설에					
		의한 천연요소 변형)					
적		3) 不注意에 의한 破壞	○			5	없 음
	구	(관리소홀, 무식행위)					
		4) 故意的 破壞	○			5	없 음
파	분	(수집, 규정무시, 범죄적 파괴)					
		(관리소홀, 무식행위 방치)					
괴		5) 過使用 (適正線 超過)	○			5	
		6) 人爲的 破壞 統制策	○			5	
		7) 統計 및 處理 結果		○		4	

안 전 진 단 확 인 표							
안전진단	진단항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
안전요원 및 교육	안전요원	1) 安全要員(案內) 人員數			○	2	
		2) 安全 要員 配置			○	2	
		3) 安全 要員 活動			○	2	
		4) 安全 要員 識別			○	2	
		5) 安全 要員 能力			○	2	
	안전교육	1) 安全 要員 敎育			○	2	
		2) 觀覽人 安全 敎育			○	2	
		3) 安全 表示板			○	2	
		4) 安全 案內 放送 活用			○	2	
	안전수칙	1) 安全 管理 規定 制定			○	2	
		2) 安全 要員 業務 分野			○	2	
		3) 定期 安全 壞測 및 評價			○	2	
		4) 安全 表示板			○	2	
		5) 安全 案內 放送 活用			○	2	

안 전 진 단 확 인 표							
제 5 지구 (욕선대 ~ 광장 및 순환코스)							
안전진단	진단항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시	일	1) 洞窟 觀光	○			5	
	반	2) 汚物 廢棄 施設	○			5	
설	시	3) 案內 放送 施設			○	2	
	설	4) 各種 施設의 補修維持		○		4	
설		1) 照明資料			○	2	
		2) 照明燈 設置 位置		○		4	
비	조	3) 照明度 (Lux)		○		4	
		4) 照明 角度		○		4	
	명	5) 反射 照明			○	2	
안		6) 照明色			○	2	
		7) 照明 範圍		○		4	
전	시	8) 照明燈 配置 距離		○		4	
		9) 照明燈의 數	○			5	
	설	10) 陰影 形成 有無			○	2	
		11) 設置 堅固性		○		4	
		12) 回路 處理		○		4	
		13) 配線 狀態		○		4	
		14) 非常 電燈 및 電源		○		4	
		15) 눈부심(輝度) 發生 有無			○	2	
	통	1) 通路 바닥	○			5	
	행	2) 通路의 넓이	○			5	
	시	3) 通路의 높이	○			5	
	설	4) 通路의 狀態			○	2	
		5) 階段 通路			○	2	
		6) 通路 施設 資料			○	2	

안 전 진 단 확 인 표							
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	요개선		
시 설	통 행 시 설	7) 通路 施設 強度		○		4	
		8) 通路 施設의 構造			○	2	
		9) 安全網 및 손잡이			○	2	
		10) 危險 通路의 安全 標識			○	2	
설 비 안 전	내 부 설 비	1) 쓰레기 廢棄 設備		○		4	
		2) 淸捕 設備 및 管理		○		4	
		3) 環境 測定 設備 및 機器		○		4	
		4) 說明板			○	2	
		5) 施設物의 安全度			○	2	
		6) 設備物 整理 및 配列		○		4	
		7) 保護 對策		○		4	
		8) 各種 設備의 補修 維持		○		4	
자 연 환 경 과 안 전	낙 반	1) 落盤의 危險度			○	2	
		2) 落盤 危險 對備策			○	2	
	침 수	3) 外部 浸水 可能性	○			5	
		4) 土壤 崩壞 危險度			○	2	
	붕 괴	5) 岩盤 構造 安全性			○	2	
		6) 剝離公害			○	2	
	공 해	7) 綠色公害			○	2	
		8) 黑色公害		○		4	
	소 음 진 동 악 취	1) 觀光時 騷音			○	2	
		2) 機器 作動時 騷音		○		4	
		3) 騷音壁 設置 必要性		○		4	불 요
		4) 防音 裝置의 必要性		○		4	불 요

안 전 진 단 확 인 표							
안전진단	진단항목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요개선		
자	소 음	5) 惡臭의 有無		○		4	
		6) 惡臭의 程度		○		4	
연	진 동	7) 惡臭의 吸收, 吸着, 洗滌		○		4	
		8) 換氣 處理		○		4	
환	악 취	9) 淸掃 方法		○		4	
		10) 振動의 有無		○		4	
경							
		1) 閉鎖時 濕度		○		4	80%
과	습	2) 觀光時 濕度		○		4	75%
	도	3) 照明燈 附近 濕度		○		4	70%
안	및	4) 閉鎖時 溫度		○		4	12℃
	온	5) 觀光時 溫度		○		4	13℃
전	도	6) 照明燈 附近 溫度		○		4	14℃
		1) 不法的 破壞	○			5	없 음
인	파	(승인없는 수리,보수,확장)					
		2) 合法的 破壞	○			5	없 음
위	괴	(개별확장,부착물 시설에					
		의한 천연요소 변형)					
적		3) 不注意에 의한 破壞	○			5	없 음
	구	(관리소홀,무식행위)					
		4) 故意的 破壞	○			5	없 음
파	분	(수집,규정무시,범죄적 파괴)					
		(관리소홀,무식행위 방치)					
괴		5) 過使用 (適正線 超過)	○			5	
		6) 人爲的 破壞 統制策	○			5	
		7) 統計 및 處理 結果		○		4	

안 전 진 단 확 인 표							
안전 진단	진단 항목	측정 조사 세부 항목	측정 구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
안 전 요 원	안 전 요 원	1) 安全要員(案內) 人員數		○		4	
		2) 安全 要員 配置		○		4	
		3) 安全 要員 活動		○		4	
		4) 安全 要員 識別		○		4	
		5) 安全 要員 能力		○		4	
및 교 육	안 전 교 육	1) 安全 要員 敎育			○	2	
		2) 觀覽人 安全 敎育			○	2	
		3) 安全 表示板			○	2	
		4) 安全 案內 放送 活用			○	2	
	안 전 수 칙	1) 安全 管理 規定 制定			○	2	
		2) 安全 要員 業務 分野			○	2	
		3) 定期 安全 壞測 및 評價			○	2	
		4) 安全 表示板			○	2	
		5) 安全 案內 放送 活用			○	2	

Ⅳ. 결론

1. 일반시설

① 동굴관리사무소 광장과 도선장과의 통행시설이 미흡하다.

② 동굴관리사무소 광장의 환경정화가 요구된다.

③ 도선대기소 부근의 환경미화가 미흡하다.

④ 동굴내부 관광에 대한 교육대책이 미흡하다.

⑤ 고씨동굴이 관광지로써의 상징적인 시설이 미흡하다.

⑥ 관광통로 부근에 휴지통 기타의 휴게시설이 미약하다.

⑦ 동굴속의 환경과 내용 등을 알려주는 교육자료시설이 부족하다

2. 조명시설

① 동굴속의 관광통로에 설치된 조명시설의 케이블선이 노출되고 있어 미관을 해치고 있다.

② 조명등의 높이가 관광객 통행에 지장을 줄 수 있을 만큼 그 조명등의 높이 및 각도를 수정할 필요가 있다.

③ 앞으로 조명등은 가급적 형광등이나 고압수은등 등으로 단계적으로 개선하여야 하겠다.

④ 동굴의 조명은 그 공간의 넓이 및 지형지물 등의 분포 양상 등에 따라 밝기나 각도 등이 조정되어야 하겠으나, 대체로 통행조명과 지물조명의 두 가지 방향으로 구별하여 조명되어야 하겠다.

⑤ 통로조명인 경우에는 되도록 동굴통로만을 분별할 수 있는 정도로 그 조도가 조정되어야 하겠다.

⑥ 조명의 전선 배선케이블선은 동굴통로의 난간이나 통로바닥에 부착시키거나 부득이 노출되는 경우에는 주변 암석의 색과 비슷하게 도색하여 미관을 해치지 아니하게 한다.

⑦ 동굴통로중 안전사고 위험이 있는 좁고 낮은 공간은 형광판 표식 또는 밝게 조명하도록 시설을 하여야 한다.

⑧ 지형지물의 조명시설은 되도록 스팟트라이트 조명이나 국부적인 집약조명으로 더욱더 잘 나타나게 할 수 있도록 조명한다.

⑨ 동굴내의 웅장하고 넓은 공간의 조명은 전반적인 확산성 조명시설로

개선한다.

⑩ 조명의 방식은 직접조명과 간접조명, 그밖에 간격조명 등의 방식을 동굴내부 실정에 따라 시설을 하여야 한다.

3. 통행로 시설

① 통행로의 바닥은 되도록 자연 그대로 이용하도록 하고 통로가 순탄하지 못한곳 그리고 경사가 급한곳 등과 같이 부득이한 곳에만 인공적인 시설을 하도록한다.

② 통행로 시설은 통행에 안전성을 줄 수 있는 정도의 넓이와 높이로 하여야 한다. 일방통행로인 경우라 할지라도 앞으로는 왕복통행이 가능하게끔 시설을 하도록 노력한다.

③ 현재는 왕복통행이므로 되도록 이에 지장이 없게끔 통로를 넓일 수 있는 지역에서는 관광에 불편하지 않도록 시설을 보완하여야 할 것이다.

④ 동굴관광은 자연속을 탐사하는 스릴있는 관광이 하나이므로 비교적 자연 그대로 탐사할 수 있는 시설을 위주로 하는 것이 원칙이다. 지질구조상 낙반의 우려성이 있거나 통행에 곤난한 지점은 우회로를 설치하도록 하여야 한다.

⑤ 통행로의 바닥이나 난간 등의 여러 시설은 안전성 때문에 철제 등을 사용하고 있으나, 앞으로 되도록이면 인조목이나 스텐인레스와 같은 자연적인 감각을 느끼게 하거나 부식을 방지할 수 있는 소재로 대체하여야 하며 현재 몇몇 지역에서 나타나고 있는 한쪽만의 난간시설은 노인이나 어린이들의 추락 및 실족할 우려가 있으므로 반드시 양쪽의 난간을 설치하여야 할 것이다.

⑥ 통로 주변에 가급적 편익, 안전시설 등과 자연학습을 할 수 있는 설명판이나 안내판과 같은 시설이 요구된다.

⑦ 통행에 지장이 있거나 위험성 있는 곳에는 경고판을 설치하고 게시하며, 되도록 관관통행에 지장이 없게끔 시설을 보완하여야 한다.

⑧ 강우계절에 대비하여 도선장 부근에는 비상대피 시설과 같은 간이시설(조립가옥)이 필요하다.

⑨ 현재의 도강 수단인 도선방법은 관광객의 낭만이나 운치에는 도움을 줄 수 있으나 많은 관광객이 몰려오는 관광시즌이거나 비가 많이와 강물이 불어나는 경우에는 관광객들이 동굴관광을 포기하고 돌아가는 경우도 있으므로 앞으로는 관광객의 편익을 도모하기 위해서는 현재의 도선방법을 지양하고 출렁다리와 같이 많은 관광객이 이용하기 용이하고 사시사철 이용이 가능한 간이 교량시설 계획이 필요하다고 본다.

⑩ 도선장에서 동굴입구까지 연결된 계단통로는 그 간격이 좁아 어린이나 노인의 경우에는 커다란 불편함이 없으나 성인의 경우는 불편함으로 통로 계단의 일부는 그 간격을 성인에 맞도록 보수하는 것이 필요하다. 또한 어린이나 노인 등을 위하여 중간지점에는 중간휴게시설이 필요하다고 본다.

4. 자연환경

① 지질구조상 습곡운동으로 동굴내부의 지층이 불안정한 몇 개의 지점이 나타나고 있다. 즉, 지진 또는 충격적인 소음진동에 의하여, 낙반의 우려성이 있는 몇 개의 지점이 나타나고 있어 이에 대한 대책이 요구된다.

② 낙반의 우려가 있는 지점의 암괴는 제거시키거나 포석정치작업 등으로 관광객에 불안감을 주지 않도록 한다.

③ 경험있는 토목지질업자로 하여금 낙반방지작업을 실시 하도록 사업계획을 추진토록 하여야 할 것을 권장한다.

④ 동굴입구 주변의 남한강 강변의 하식애 벽면 일대와 도선장 부근 일대, 계단통로 지역 등에 대한 4계절에 적응할 수 있는 자연미로 나타내는 환경미화 작업을 단계적으로 시행하여야 하겠다.

⑤ 동굴지표면 일대에는 자연식생 번식확산을 꾀하는 제반사업을 추진시키고 동굴속 이차생성물의 성장을 촉진시킬 수 있는 스플링클러 시설을 권장한다.

⑥ 동굴관광로가 일방통행 즉, 단일 코오스이므로 관광객에 의한 대기오염, 수질오염 및 기타 훼손율은 배가 될 것이 예측된다. 따라서

출구를 따로 개발하여 관광객의 동굴체동시간을 절감시키고 심신의 피로 등을 반감시킬 수 있도록 노력한다.

⑦ 원래 동굴 입구가 2개 이상인 경우에는 동굴기류의 이동발생으로 동굴내 기온과 습도가 외기와 상관되므로 그 변차가 많이 생기게되는 것이 원칙이다. 그러나 동굴기류의 이동을 차단 또는 제한시키거나 동굴밖의 대기상태가 동굴내부에 크게 영향주지 않도록 출구를 신설 개발하는 것이 요구된다고 본다.

〈참고문헌〉

문공부, 1973, 한국의 동굴(1).

홍시환, 1979, 한국의 자연동굴, 금화사.

홍시환, 1985, 지구과학 개론, 대왕사.

홍시환, 1990, 한국동굴대관, 삼주출판사.

한국동굴학회, 1982, 성유굴 환경보전 진단 보고서.

한국동굴학회, 1983, 고수굴 환경보전 진단 보고서.

영월군, 1986, 고씨동굴 내부정비 공사계획.

(주)원천, 1987, 고수동굴의 환경보전 및 안전대책 조사.

1990, 고수동굴의 환경 및 안전진단 조사.

1991, 고수동굴의 환경 및 안전진단 조사 연구보고서.

(주)천동동굴, 1990, 천동동굴 환경실태 조사.

울진굴, 1992, 성유굴의 환경 및 안전진단 조사 연구보고서.

(주)유신, 1993, 고수동굴 학술조사 보고서.