

반발경도 시험보고서(군위터널 영천방향)

시 험 항 목		반발경도시험					
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)	테스트엔빌결과		
		2025년 09월 11일	군위터널 (영천방향)	23.7	양호		
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝					
조 사 수 량		위 치	조사수량		비고		
		라이닝	4개소		철근콘크리트 구간		
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조					
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)					
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시					
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시					
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용					
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태	o
측정기구	종 류	• NR10					
	제품번호	• 28191					
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)					
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°					
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 "반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과" 표 참조					
		• 부록 "반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도" 참조					
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 "반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도" 참조					

탄산화 시험보고서(군위터널 영천방향)

시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 11일	군위터널 (영천방향)	23.7
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	2개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과년수		• 경과년수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 "탄산화시험 결과" 표 참조		

반발경도 시험보고서(군위터널 상주방향)

시 험 항 목		반발경도시험						
시 험 일 시		시험일시	위 치		온도(℃)		테스트엔빌결과	
		2025년 09월 11일	군위터널 (상주방향)		23.7		양호	
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝						
조 사 수 량		위 치		조사수량		비고		
		라이닝		4개소		철근콘크리트 구간		
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조						
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)						
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시						
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시						
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용						
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태	o	
측정기구	종 류	• NR10						
	제품번호	• 28191						
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)						
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°						
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 "반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과" 표 참조						
		• 부록 "반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도" 참조						
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 "반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도" 참조						

탄산화 시험보고서(군위터널 상주방향)

시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 11일	군위터널 (상주방향)	23.7
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	2개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과연수		• 경과연수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 "탄산화시험 결과" 표 참조		

콘크리트 탄산화 깊이 측정									
교량명		군위터널(영천방향)							
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피 복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	비 고
1	S2 라이닝	2.0	82.0	80.0	8	0.71	100년 이상	a등급	
2	S106 라이닝	2.0	72.0	70.0	8	0.71	100년 이상	a등급	

콘크리트 탄산화 깊이 측정									
교량명		군위터널(상주방향)							
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피 복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	비 고
1	S2 라이닝	3.5	69.0	65.5	8	1.24	100년 이상	a등급	
2	S110 라이닝	4.0	65.0	61.0	8	1.41	100년 이상	a등급	

반발경도 시험보고서(산법터널 영천방향)

시 험 항 목		반발경도시험						
시 험 일 시		시험일시	위 치		온도(℃)		테스트엔빌결과	
		2025년 09월 10일	산법터널 (영천방향)		22.7		양호	
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝						
조 사 수 량		위 치		조사수량		비고		
		라이닝		2개소		철근콘크리트 구간		
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조						
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)						
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시						
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시						
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용						
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태	o	
측정기구	종 류	• NR10						
	제품번호	• 28191						
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)						
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°						
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 “반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과” 표 참조						
		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조						
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조						

탄산화 시험보고서(산법터널 영천방향)

시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 10일	산법터널 (영천방향)	22.7
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	2개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과년수		• 경과년수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 "탄산화시험 결과" 표 참조		

반발경도 시험보고서(산법터널 상주방향)

시 험 항 목		반발경도시험						
시 험 일 시		시험일시	위 치		온도(℃)		테스트엔빌결과	
		2025년 09월 10일	산법터널 (상주방향)		22.7		양호	
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝						
조 사 수 량		위 치		조사수량		비고		
		라이닝		2개소		철근콘크리트 구간		
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조						
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)						
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시						
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시						
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용						
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태	o	
측정기구	종 류	• NR10						
	제품번호	• 28191						
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)						
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°						
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 “반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과” 표 참조						
		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조						
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조						

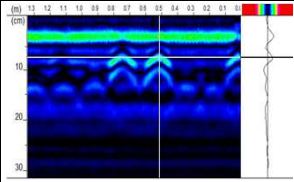
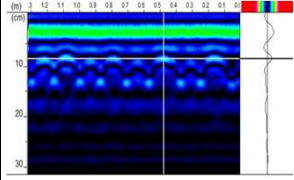
탄산화 시험보고서(산법터널 상주방향)

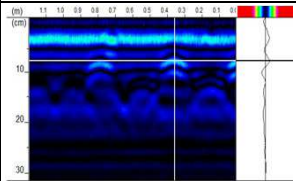
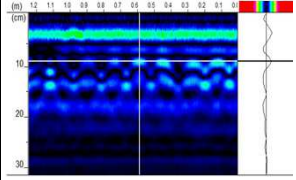
시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 10일	산법터널 (상주방향)	22.7
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	2개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과년수		• 경과년수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 "탄산화시험 결과" 표 참조		

반발경도 시험 성과표																	
(단위 : MPa)																	
교 량 명		산법터널(영천방향)															
측정년월일		2025년 09월 10일															
강도추정식		기존의 추정식					공식 1	$F_{28} = 1.27 \cdot Ro - 18.0$					일본재료학회식		설계강도	라이닝	24.0 (Mpa)
							공식 2	$F_{28} = (7.3 \cdot Ro + 100) \cdot 0.098$					일본건축학회식				
							공식 3	$F_{28} = (15.2 \times Ro - 112.8) \times 0.098$					과 학 기 술 부				
							공식 4	$F_{28} = (1.3343 \times Ro + 8.1977)$					한국시설안전공단				
위 치	측정 부재	타격 방향 α	반발도 R					타격 방향 보정 ΔR	기준 반발도 ($R + \Delta R$) Ro	환산강도		재령 보정 일	재령 보정 αn	재령보정 추정강도 $Fca n$	측정데이터		
			측정치 (평균치의± 20% 제외)							평균치 R	F_c						
S2	라이닝	45	56	57	55	57	55	56.5	- 2.42	54.0	공식1	50.6	2997 일	0.63	31.9		
			55	56	57	58	59				공식2	48.5			30.5		
			58	54	58	58	57										
			53	58	58	58	52										
비건전부 S40	라이닝	45	59	55	59	55	52	58.5	- 2.52	56.0	공식1	53.1	2997 일	0.63	33.4		
			59	58	61	59	57				공식2	49.8			31.4		
			59	59	60	59	60										
			60	61	59	61	58										

(단위 : MPa)

Year	Male (millions)	Female (millions)
1990	50	48
1991	50	48
1992	48	46
1993	49	47
1994	49	47
1995	47	45
1996	45	43
1997	48	46
1998	49	47
1999	47	45
2000	46	44
2001	48	46
2002	50	48
2003	52	50
2004	46	44
2005	44	42
2006	48	46
2007	50	48
2008	50	48
2009	46	44
2010	50	48

콘크리트 탄산화 깊이 측정									
교량명		산법터널(영천방향)							
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피 복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	비 고
1	S2 라이닝	2.0	72.0	70.0	8	0.71	100년 이상	a등급	
2	S39 라이닝	3.0	82.0	79.0	8	1.06	100년 이상	a등급	

콘크리트 탄산화 깊이 측정									
교량명		산법터널(상주방향)							
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피 복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	비 고
1	S2 라이닝	3.0	74.0	71.0	8	1.06	100년 이상	a등급	
2	S39 라이닝	3.0	86.0	83.0	8	1.06	100년 이상	a등급	

반발경도 시험보고서(평호터널 영천방향)

시 험 항 목		반발경도시험				
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)	테스트엔빌결과	
		2025년 09월 10일	평호터널 (영천방향)	22.7	양호	
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝				
조 사 수 량		위 치	조사수량		비고	
		라이닝	7개소		철근콘크리트 구간	
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조				
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)				
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시				
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시				
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용				
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태 o
측정기구	종 류	• NR10				
	제품번호	• 28191				
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)				
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°				
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 “반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과” 표 참조				
		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조				
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조				

탄산화 시험보고서(평호터널 영천방향)

시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 10일	평호터널 (영천방향)	22.7
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	3개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과년수		• 경과년수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 "탄산화시험 결과" 표 참조		

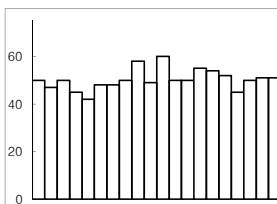
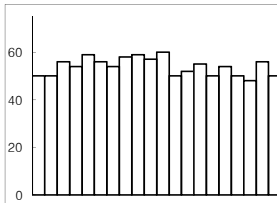
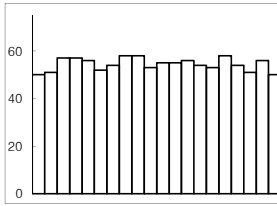
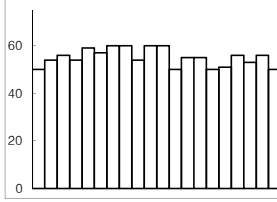
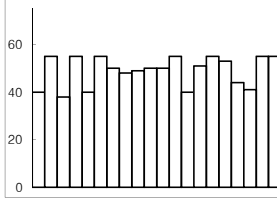
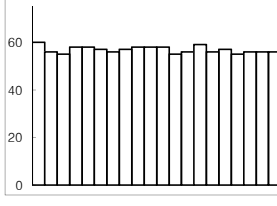
반발경도 시험보고서(평호터널 상주방향)

시 험 항 목		반발경도시험						
시 험 일 시		시험일시	위 치		온도(℃)		테스트엔빌결과	
		2025년 09월 10일	평호터널 (상주방향)		22.7		양호	
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝						
조 사 수 량		위 치		조사수량		비고		
		라이닝		7개소		철근콘크리트 구간		
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조						
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)						
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시						
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시						
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용						
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태	o	
측정기구	종 류	• NR10						
	제품번호	• 28191						
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)						
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°						
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 “반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과” 표 참조						
		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조						
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조						

탄산화 시험보고서(평호터널 상주방향)

시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 10일	평호터널 (상주방향)	22.7
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	3개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과년수		• 경과년수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 "탄산화시험 결과" 표 참조		

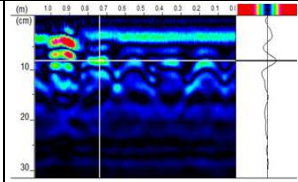
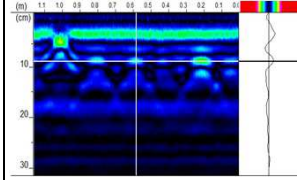
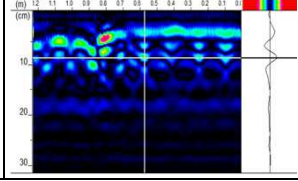
(단위 : MPa)

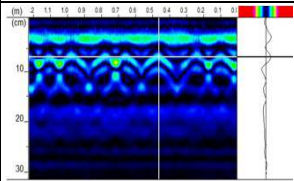
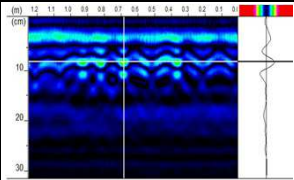
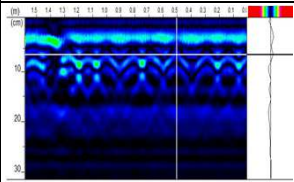
교 량 명			평호터널(영천방향)													
측정년월일			2025년 09월 10일													
강도추정식			기존의 추정식		공식 1		$F_{28} = 1.27 \cdot R_o - 18.0$		일본재료학회식		설계강도	라이닝	24.0 (Mpa)			
					공식 2		$F_{28} = (7.3 \cdot R_o + 100) \cdot 0.098$		일본건축학회식							
					공식 3		$F_{28} = (15.2 \times R_o - 112.8) \times 0.098$		과 학 기 술 부							
					공식 4		$F_{28} = (1.3343 \times R_o + 8.1977)$		한국시설안전공단							
위 치	측정 부재	타격 방향 α	반발도 R					타격 방향 보정 ΔR	기준 반발도 $(R + \Delta R)$ R_o	환산강도 F_c		재형 보정 α_n	재형 보정 α_n	재형 보정 추정강도 $F_{c \cdot \alpha_n}$	측정데이터	
			측정치 (평균치의± 20% 제외)													평균치 R
S1	라이닝	45	50	42	58	50	45	50.3	- 2.11	48.1	공식1	43.1	2997 일	0.63	27.2	
			47	48	49	55	50				공식2	44.2			27.9	
			50	48	60	54	51									
			45	50	50	52	51									
S2	라이닝	45	50	59	59	52	50	53.9	- 2.30	51.6	공식1	47.5	2997 일	0.63	29.9	
			50	56	57	55	48				공식2	46.7			29.4	
			56	54	60	50	56									
			54	58	50	54	50									
S67	라이닝	45	50	56	58	56	54	54.4	- 2.32	52.1	공식1	48.1	2997 일	0.63	30.3	
			51	52	53	54	51				공식2	47.1			29.6	
			57	54	55	53	56									
			57	58	55	58	50									
S68	라이닝	45	50	59	54	55	56	55.0	- 2.35	52.7	공식1	48.9	2997 일	0.63	30.8	
			54	57	60	55	53				공식2	47.5			29.9	
			56	60	60	50	56									
			54	60	50	51	50									
S130	라이닝	45	40	40	49	40	44	49.5	- 2.13	47.4	공식1	42.2	2997 일	0.63	26.6	
			55	55	50	51	41				공식2	43.7			27.5	
			38	50	50	55	55									
			55	48	55	53	55									
S131	라이닝	45	60	58	58	56	55	56.9	- 2.44	54.4	공식1	51.1	2997 일	0.63	32.2	
			56	57	58	59	56				공식2	48.7			30.7	
			55	56	58	56	56									
			58	57	55	57	56									

(단위 : MPa)

Age Group	Number of People
1	50
2	45
3	45
4	48
5	48
6	48
7	45
8	50
9	48
10	48
11	48
12	48
13	48
14	48
15	48

콘크리트 탄산화 깊이 측정

교량명		평호터널(영천방향)							비 고
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	
1	S1 라이닝	4.0	79.0	75.0	8	1.41	100년 이상	a등급	
2	S184 라이닝	5.0	86.0	81.0	8	1.77	100년 이상	a등급	
3	S185 라이닝	4.0	84.0	80.0	8	1.41	100년 이상	a등급	

콘크리트 탄산화 깊이 측정									
교량명		평호터널(상주방향)							
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피 복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	비 고
1	S1 라이닝	5.0	67.0	62.0	8	1.77	100년 이상	a등급	
2	S2 라이닝	6.0	79.0	73.0	8	2.12	100년 이상	a등급	
3	S198 라이닝	4.0	62.0	58.0	8	1.41	100년 이상	a등급	

반발경도 시험보고서(블로터널 영천방향)

시 험 항 목		반발경도시험				
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)	테스트엔빌결과	
		2025년 09월 10일	블로터널 (영천방향)	22.7	양호	
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝				
조 사 수 량		위 치	조사수량		비고	
		라이닝	2개소		철근콘크리트 구간	
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조				
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)				
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시				
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시				
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용				
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태 o
측정기구	종 류	• NR10				
	제품번호	• 28191				
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)				
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°				
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 “반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과” 표 참조				
		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조				
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조				

탄산화 시험보고서(블로터널 영천방향)

시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 10일	블로터널 (영천방향)	22.7
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	2개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과년수		• 경과년수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 “탄산화시험 결과” 표 참조		

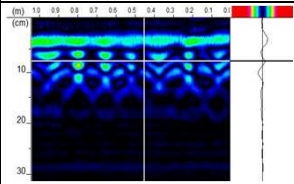
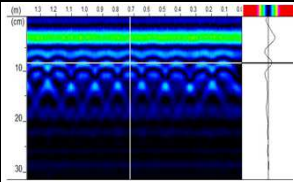
반발경도 시험보고서(블로터널 상주방향)

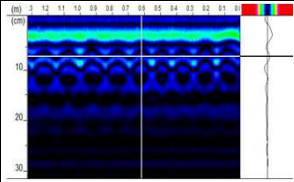
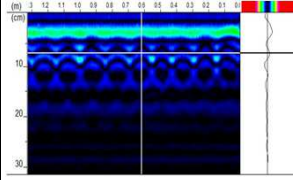
시 험 항 목		반발경도시험					
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)		테스트엔빌결과	
		2025년 09월 10일	블로터널 (상주방향)	22.7		양호	
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝					
조 사 수 량		위 치	조사수량			비고	
		라이닝	2개소			철근콘크리트 구간	
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조					
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)					
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시					
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시					
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용					
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태	o
측정기구	종 류	• NR10					
	제품번호	• 28191					
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)					
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°					
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 "반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과" 표 참조					
		• 부록 "반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도" 참조					
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 "반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도" 참조					

탄산화 시험보고서(블로터널 상주방향)

시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 10일	블로터널 (상주방향)	22.7
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	2개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과년수		• 경과년수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 "탄산화시험 결과" 표 참조		

반발경도 시험 성과표																				
(단위 : MPa)																				
교 량 명		불로터널(상주방향)																		
측정년월일		2025년 09월 10일																		
강도추정식		기존의 추정식					공식 1	$F_{28} = 1.27 \times R_o - 18.0$					일본재료학회식					설계강도	라이닝	24.0 (Mpa)
							공식 2	$F_{28} = (7.3 \times R_o + 100) \times 0.098$					일본건축학회식							
							공식 3	$F_{28} = (15.2 \times R_o - 112.8) \times 0.098$					과 학 기 술 부							
							공식 4	$F_{28} = (1.3343 \times R_o + 8.1977)$					한국시설안전공단							
위 치	측정 부재	타격 방향 α	반발도 R					타격 방향 보정 ΔR	기준 반발도 $(R + \Delta R)$ R_o	환산강도 F_c		재령 보정 일	재령 보정 α_n	재령보정 추정강도 $F_{c\alpha_n}$	측정데이터					
			측정치 (평균치의±20% 제외)													평균치 R				
S2	라이닝	45	58	52	50	53	45	51.7	- 2.18	49.5	공식1	44.8	2997 일	0.63	28.2					
			46	48	49	58	50				28.5									
			55	50	55	52	51				공식2	45.2			28.5					
			58	50	50	52	51				28.5									
비건전부 S48	라이닝	45	50	49	58	52	50	50.6	- 2.13	48.4	공식1	43.5	2997 일	0.63	27.4					
			50	46	47	45	48				28.0									
			57	56	55	53	46				공식2	44.4			28.0					
			52	48	50	49	50				28.0									

콘크리트 탄산화 깊이 측정									
교량명		불로터널(영천방향)							
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피 복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	비 고
1	S2 라이닝	4.0	74.0	70.0	8	1.41	100년 이상	a등급	
2	S48 라이닝	6.0	82.0	76.0	8	2.12	100년 이상	a등급	

콘크리트 탄산화 깊이 측정									
교량명		블로터널(상주방향)							
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피 복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	비 고
1	S2 라이닝	4.0	70.0	66.0	8	1.41	100년 이상	a등급	
2	S48 라이닝	5.0	69.0	64.0	8	1.77	100년 이상	a등급	

반발경도 시험보고서(중구터널 영천방향)

시 험 항 목		반발경도시험				
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)	테스트엔빌결과	
		2025년 09월 16일	중구터널 (영천방향)	26.2	양호	
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝				
조 사 수 량		위 치	조사수량		비고	
		라이닝	2개소		철근콘크리트 구간	
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조				
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)				
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시				
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시				
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용				
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태 o
측정기구	종 류	• NR10				
	제품번호	• 28191				
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)				
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°				
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 “반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과” 표 참조				
		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조				
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조				

탄산화 시험보고서(중구터널 영천방향)

시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 16일	중구터널 (영천방향)	26.2
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	2개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과년수		• 경과년수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 “탄산화시험 결과” 표 참조		

반발경도 시험보고서(중구터널 상주방향)

시 험 항 목		반발경도시험				
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)	테스트엔빌결과	
		2025년 09월 16일	중구터널 (상주방향)	26.2	양호	
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝				
조 사 수 량		위 치	조사수량		비고	
		라이닝	2개소		철근콘크리트 구간	
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조				
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)				
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시				
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시				
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용				
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태 o
측정기구	종 류	• NR10				
	제품번호	• 28191				
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)				
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°				
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 "반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과" 표 참조				
		• 부록 "반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도" 참조				
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 "반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도" 참조				

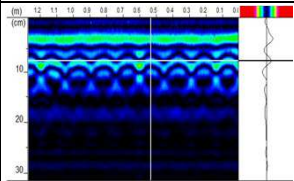
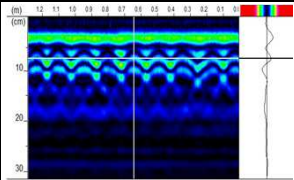
탄산화 시험보고서(중구터널 상주방향)

시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 16일	중구터널 (상주방향)	26.2
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	2개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과년수		• 경과년수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 "탄산화시험 결과" 표 참조		

(단위 : MPa)

Month	Number of Cases
January	48
February	45
March	47
April	49
May	50
June	51
July	46
August	48
September	47
October	49
November	45
December	43

콘크리트 탄산화 깊이 측정									
교량명		중구터널(영천방향)							
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피 복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	비 고
1	S2 바닥판하면	3.0	91.0	88.0	8	1.06	100년 이상	a등급	
2	S44 바닥판하면	3.0	77.0	74.0	8	1.06	100년 이상	a등급	

콘크리트 탄산화 깊이 측정									
교량명		중구터널(상주방향)							
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피 복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	비 고
1	S2 라이닝	4.0	74.0	70.0	8	1.41	100년 이상	a등급	
2	S44 라이닝	5.0	72.0	67.0	8	1.77	100년 이상	a등급	

반발경도 시험보고서(효령터널 영천방향)

시 험 항 목		반발경도시험				
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)	테스트엔빌결과	
		2025년 09월 16일	효령터널 (영천방향)	26.2	양호	
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝				
조 사 수 량		위 치	조사수량		비고	
		라이닝	4개소		철근콘크리트 구간	
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조				
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)				
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시				
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시				
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용				
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태 o
측정기구	종 류	• NR10				
	제품번호	• 28191				
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)				
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°				
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 “반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과” 표 참조				
		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조				
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조				

탄산화 시험보고서(효령터널 영천방향)

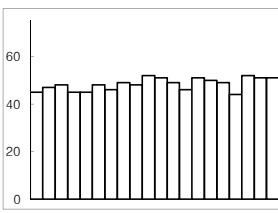
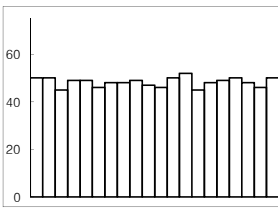
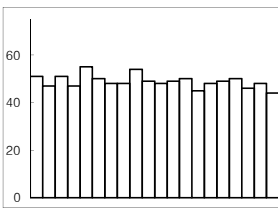
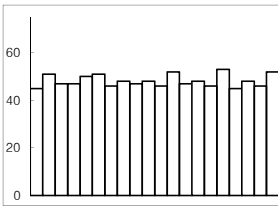
시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 16일	효령터널 (영천방향)	26.2
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	2개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과년수		• 경과년수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 "탄산화시험 결과" 표 참조		

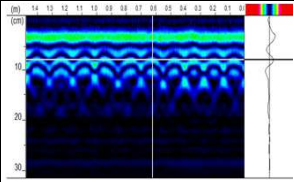
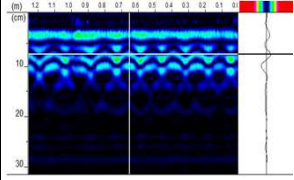
반발경도 시험보고서(효령터널 상주방향)

시 험 항 목		반발경도시험				
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)	테스트엔빌결과	
		2025년 09월 16일	효령터널 (상주방향)	26.2	양호	
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝				
조 사 수 량		위 치	조사수량		비고	
		라이닝	4개소		철근콘크리트 구간	
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조				
부재별 설계기준강도		• 라이닝 : 철근콘크리트(24.0MPa)				
시험위치 표면상태	마무리 정도	• 콘크리트 표면은 그라인더로 연마하여 이물질 제거 후 실시				
	균열, 박리, 화재피해 유무	• 결함 및 손상 발생위치에서의 시험값은 표면상태를 비건전부로 명시				
콘크리트 재령		• 3000일 이상의 재령으로 재령보정계수 $\alpha=0.63$ 적용				
콘크리트 내부 함수 상태		습윤상태		표면건조상태		기건상태 o
측정기구	종 류	• NR10				
	제품번호	• 28191				
	검 교 정	• 검교정시험결과 양호함(현장 TEST ANVIL 결과 : 표준값 80±1 만족함)				
반발경도 측정기 타격방향		• 라이닝 : 45°				
시험부위별 반발경도의 평균값		• 본 보고서 “반발경도법에 의한 비파괴강도 측정 결과” 표 참조				
		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조				
버린 반발경도의 값 및 위치		• 부록 “반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도” 참조				

탄산화 시험보고서(효령터널 상주방향)

시 험 항 목		콘크리트 탄산화시험		
시 험 일 시		시험일시	위 치	온도(℃)
		2025년 09월 16일	효령터널 (상주방향)	26.2
구조물에서 시험 영역 위치		라이닝		
조 사 수 량		위 치	조사수량	비고
		라이닝	2개소	철근콘크리트 구간
시험대상에 대한 설명		• 라이닝 : 철근콘크리트 구조		
구조물 경과년수		• 경과년수 : 8년		
측정 위치		• 라이닝		
측정면 종류		• 기건 상태의 건전한 콘크리트 면 (그라인딩을 통해 요철 제거, 평탄 작업 실시)		
사용 골재의 종류		• 보통골재		
측 정	시 약/측정기구	• 페놀프탈레인(1%)용액 / 버니어 캘리퍼스		
시약분무 후 측정까지 시간		• 천공 후 1분 이내		
부위별 평균 결과		• 본 보고서 "탄산화시험 결과" 표 참조		

반발경도 시험 성과표																
교 량 명		효령터널(상주방향)														
측정년월일		2025년 09월 16일														
강도추정식		기존의 추정식		공식 1		$F_{28} = 1.27 \cdot Ro - 18.0$					일본재료학회식			설계강도	라이닝	24.0 (Mpa)
				공식 2		$F_{28} = (7.3 \cdot Ro + 100) \cdot 0.098$					일본건축학회식					
				공식 3		$F_{28} = (15.2 \times Ro - 112.8) \times 0.098$					과 학 기 술 부					
				공식 4		$F_{28} = (1.3343 \times Ro + 8.1977)$					한국시설안전공단					
위 치	측정 부재	타격 방향 α	반발도 R					타격 방향 보정 ΔR	기준 반발도 $(R + \Delta R)$ Ro	환산강도 F_c		재형 보정 α_n	재형 보정 추정강도 $F_{c \alpha_n}$	측정데이터		
			측정치 (평균치의±20% 제외)												평균치 R	
S2	라이닝	45	45	45	48	46	44	48.4	- 2.19	46.2	공식1	40.6	3000 일 이상	0.63	25.6	
			47	48	52	51	52				공식2	42.8			27.0	
			48	46	51	50	51									
			45	49	49	49	51									
S50	라이닝	45	50	49	49	52	50	48.3	- 2.19	46.1	공식1	40.5	3000 일 이상	0.63	25.5	
			50	46	47	45	48				공식2	42.8			26.9	
			45	48	46	48	46									
			49	48	50	49	50									
S98	라이닝	45	51	55	54	50	50	48.9	- 2.16	46.7	공식1	41.3	3000 일 이상	0.63	26.0	
			47	50	49	45	46				공식2	43.2			27.2	
			51	48	48	48	48									
			47	48	49	49	44									
비건전부 S99	라이닝	45	45	50	47	47	45	48.2	- 2.20	46.0	공식1	40.4	3000 일 이상	0.63	25.4	
			51	51	48	48	48				공식2	42.7			26.9	
			47	46	46	46	46									
			47	48	52	53	52									

콘크리트 탄산화 깊이 측정									
교량명		효령터널(영천방향)							
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피 복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	비 고
1	S2 라이닝	3.0	77.0	74.0	8	1.06	100년 이상	a등급	
2	S101 라이닝	4.0	72.0	68.0	8	1.41	100년 이상	a등급	

콘크리트 탄산화 깊이 측정									
교량명		효령터널(상주방향)							
NO	시험위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피 복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가등급	비 고
1	S2 라이닝	3.0	79.0	76.0	8	1.06	100년 이상	a등급	
2	S99 라이닝	4.0	79.0	75.0	8	1.41	100년 이상	a등급	