

Ⅱ

청도2터널(대구)

제 1장 현장조사 및 시험

1.1 외관조사 결과

1.2 내구성 조사 결과

1.3 G.P.R탐사 결과

1.4 측량 결과

1.5 내공변위 결과

제 1장 현장조사 및 시험

청도2터널(대구)은 2006년 2월 준공된 터널로 경상북도 청도군 청도읍 덕암리~경산시 남천면 하도리에 위치하고 있으며 연장 1,550.0m, 폭 11.7m, 높이 8.4m의 2차선 터널로 이루어져 있고, 평면선형은 직선이며 종단선형은 시점에서 종점으로 (+)1.5665%의 경사를 이루고 있다.

터널본선은 개착구간(시점측 103.7m) + NATM구간(1446.3m)터널로 시공된 난형형식의 터널이며, 시점측 갱문은 Bell Mouth가, 종점측 갱문은 면벽 형식으로 이루어져 있으며, 배수방식은 측벽 하부 배수방식이, 환기방식은 자연식+기계식(Jet-Fan)으로 이루어져 있다.

1.1 외관조사 결과

1.1.1 Span별 측점분할 및 시공현황

【표 1.1.1】 Span별 측점분할 및 시공현황

Span No.	이정		연장 (m)	구분	지보 패턴	철근
	시점	종점				
1	68.820	68.828	7.5	개착	개착구간	철근
2	68.828	68.835	7.5	개착		철근
3	68.835	68.843	8.1	개착		철근
4	68.843	68.851	8.0	개착		철근
5	68.851	68.859	8.0	개착		철근
6	68.859	68.867	7.7	개착		철근
7	68.867	68.875	8.3	개착		철근
8	68.875	68.883	8.0	개착		철근
9	68.883	68.891	8.0	개착		철근
10	68.891	68.899	8.0	개착		철근
11	68.899	68.908	8.9	개착		철근
12	68.908	68.917	8.9	개착		철근
13	68.917	68.924	6.9	개착		철근
14	68.924	68.933	9.1	NATM	6	철근
15	68.933	68.942	9.0	NATM		철근
16	68.942	68.951	9.0	NATM	5	무근
17	68.951	68.960	9.0	NATM		무근
18	68.960	68.969	9.0	NATM		무근

【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황(계속)

Span No.	이정		연장 (m)	구분	지보 패턴	철근
	시점	종점				
19	68.969	68.978	9.0	NATM	4	무근
20	68.978	68.987	9.0	NATM		무근
21	68.987	68.996	9.0	NATM		무근
22	68.996	69.005	9.0	NATM		무근
23	69.005	69.014	9.0	NATM		철근(JETFAN)
24	69.014	69.023	9.0	NATM		무근
25	69.023	69.032	9.0	NATM		무근
26	69.032	69.041	9.0	NATM		무근
27	69.041	69.050	9.0	NATM	3	무근
28	69.050	69.059	9.0	NATM		무근
29	69.059	69.068	9.0	NATM		무근
30	69.068	69.077	9.0	NATM		무근
31	69.077	69.086	9.0	NATM	3, 2	무근
32	69.086	69.095	9.0	NATM	2	무근
33	69.095	69.104	9.0	NATM		무근
34	69.104	69.113	9.0	NATM		무근
35	69.113	69.122	9.0	NATM		무근
36	69.122	69.131	9.0	NATM		무근
37	69.131	69.140	9.0	NATM		무근
38	69.140	69.149	9.0	NATM		무근
39	69.149	69.158	9.0	NATM		철근(JETFAN)
40	69.158	69.167	9.0	NATM		무근
41	69.167	69.176	9.0	NATM		무근
42	69.176	69.185	9.0	NATM		무근
43	69.185	69.194	9.0	NATM		무근
44	69.194	69.203	9.0	NATM		무근
45	69.203	69.212	9.0	NATM		무근
46	69.212	69.221	9.0	NATM		무근
47	69.221	69.230	9.0	NATM		무근
48	69.230	69.239	9.0	NATM		무근
49	69.239	69.248	9.0	NATM		무근
50	69.248	69.257	9.0	NATM		무근
51	69.257	69.266	9.0	NATM		무근
52	69.266	69.275	9.0	NATM		무근
53	69.275	69.284	9.2	NATM		무근
54	69.284	69.293	8.8	NATM		무근
55	69.293	69.302	9.0	NATM		철근(JETFAN)
56	69.302	69.311	9.0	NATM		무근
57	69.311	69.320	9.0	NATM		무근
58	69.320	69.329	9.0	NATM		무근

【표 1.1.1】 Span별 측점분할 및 시공현황(계속)

Span No.	이정		연장 (m)	구분	지보 패턴	철근
	시점	종점				
59	69.329	69.338	9.0	NATM	2	무근
60	69.338	69.347	9.0	NATM		무근
61	69.347	69.356	9.0	NATM		무근
62	69.356	69.365	9.0	NATM		무근
63	69.365	69.374	9.0	NATM		무근
64	69.374	69.383	9.0	NATM		무근
65	69.383	69.392	9.0	NATM		무근
66	69.392	69.401	9.0	NATM		무근
67	69.401	69.410	9.0	NATM		무근
68	69.410	69.419	9.0	NATM		무근
69	69.419	69.428	9.0	NATM		무근
70	69.428	69.437	9.0	NATM		무근
71	69.437	69.446	9.0	NATM		철근(JETFAN)
72	69.446	69.455	9.0	NATM		무근
73	69.455	69.464	9.0	NATM		무근
74	69.464	69.473	9.0	NATM		무근
75	69.473	69.482	9.0	NATM		무근
76	69.482	69.491	9.0	NATM		무근
77	69.491	69.500	9.0	NATM		무근
78	69.500	69.509	9.0	NATM		무근
79	69.509	69.518	9.0	NATM		무근
80	69.518	69.527	9.0	NATM		무근
81	69.527	69.536	9.0	NATM		무근
82	69.536	69.545	9.0	NATM		무근
83	69.545	69.554	9.0	NATM		무근
84	69.554	69.563	9.0	NATM		무근
85	69.563	69.571	8.0	NATM		무근
86	69.571	69.579	8.2	NATM		무근
87	69.579	69.588	8.9	NATM		무근
88	69.588	69.597	9.1	NATM		철근(JETFAN)
89	69.597	69.607	10.2	NATM	비상주차대	철근
90	69.607	69.617	9.7	NATM		철근
91	69.617	69.627	10.2	NATM	2	철근
92	69.627	69.636	9.2	NATM		철근
93	69.636	69.644	7.9	NATM		무근
94	69.644	69.652	7.9	NATM		무근
95	69.652	69.661	8.3	NATM		무근
96	69.661	69.668	7.8	NATM		무근
97	69.668	69.677	8.9	NATM		무근
98	69.677	69.686	9.0	NATM		무근

【표 1.1.1】 Span별 측점분할 및 시공현황(계속)

Span No.	이정		연장 (m)	구분	지보 패턴	철근
	시점	종점				
99	69.686	69.695	9.0	NATM	2	무근
100	69.695	69.704	9.0	NATM		무근
101	69.704	69.713	9.0	NATM		무근
102	69.713	69.722	9.0	NATM		무근
103	69.722	69.731	9.0	NATM		철근(JETFAN)
104	69.731	69.740	9.1	NATM		무근
105	69.740	69.749	8.9	NATM		무근
106	69.749	69.758	9.1	NATM		무근
107	69.758	69.767	9.0	NATM		무근
108	69.767	69.776	9.0	NATM		무근
109	69.776	69.785	9.0	NATM		무근
110	69.785	69.794	9.1	NATM		무근
111	69.794	69.803	9.0	NATM		무근
112	69.803	69.812	9.0	NATM		무근
113	69.812	69.821	9.0	NATM		무근
114	69.821	69.830	9.0	NATM		무근
115	69.830	69.839	9.0	NATM		무근
116	69.839	69.848	9.0	NATM		무근
117	69.848	69.857	9.0	NATM		무근
118	69.857	69.866	9.0	NATM		무근
119	69.866	69.875	9.0	NATM		무근
120	69.875	69.884	9.0	NATM		무근
121	69.884	69.893	9.0	NATM		무근
122	69.893	69.902	8.9	NATM		무근
123	69.902	69.911	9.1	NATM		무근
124	69.911	69.920	9.0	NATM		무근
125	69.920	69.929	9.0	NATM		무근
126	69.929	69.939	9.1	NATM		무근
127	69.939	69.947	8.9	NATM		무근
128	69.947	69.956	9.0	NATM		무근
129	69.956	69.965	9.0	NATM		무근
130	69.965	69.974	9.0	NATM		무근
131	69.974	69.983	9.0	NATM		무근
132	69.983	69.992	9.0	NATM		무근
133	69.992	70.001	9.0	NATM		무근
134	70.001	70.010	9.0	NATM		무근
135	70.010	70.019	9.0	NATM		무근
136	70.019	70.028	9.0	NATM		무근
137	70.028	70.037	9.0	NATM		무근
138	70.037	70.046	9.0	NATM		무근

【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황(계속)

Span No.	이정		연장 (m)	구분	지보 패턴	철근
	시점	종점				
139	70.046	70.055	9.0	NATM	2	무근
140	70.055	70.064	9.0	NATM		무근
141	70.064	70.073	9.0	NATM		무근
142	70.073	70.082	9.0	NATM		무근
143	70.082	70.091	9.0	NATM		무근
144	70.091	70.100	9.0	NATM		무근
145	70.100	70.109	9.0	NATM		무근
146	70.109	70.117	7.1	NATM		무근
147	70.117	70.127	10.9	NATM		무근
148	70.127	70.136	8.9	NATM		무근
149	70.136	70.145	9.0	NATM		무근
150	70.145	70.154	9.1	NATM		무근
151	70.154	70.163	8.9	NATM		무근
152	70.163	70.172	9.0	NATM		무근
153	70.172	70.181	9.1	NATM		무근
154	70.181	70.190	8.9	NATM		무근
155	70.190	70.200	9.2	NATM		무근
156	70.200	70.209	9.0	NATM		무근
157	70.209	70.218	9.0	NATM		무근
158	70.218	70.227	9.0	NATM		무근
159	70.227	70.236	9.0	NATM	2, 3	무근
160	70.236	70.245	9.0	NATM	3	무근
161	70.245	70.254	9.1	NATM		무근
162	70.254	70.263	8.9	NATM		무근
163	70.263	70.272	9.1	NATM	3, 4	무근
164	70.272	70.281	9.0	NATM	4	무근
165	70.281	70.290	9.0	NATM		무근
166	70.290	70.299	9.0	NATM		무근
167	70.299	70.308	9.0	NATM		무근
168	70.308	70.317	9.0	NATM		무근
169	70.317	70.326	9.0	NATM	4, 5-1	무근
170	70.326	70.335	9.0	NATM	5-1	무근
171	70.335	70.344	9.0	NATM		무근
172	70.344	70.352	8.8	NATM	6-1	철근
173	70.352	70.361	9.0	NATM		철근
174	70.361	70.370	9.0	NATM		철근
175	70.370	70.373	2.6	NATM	갹문	철근

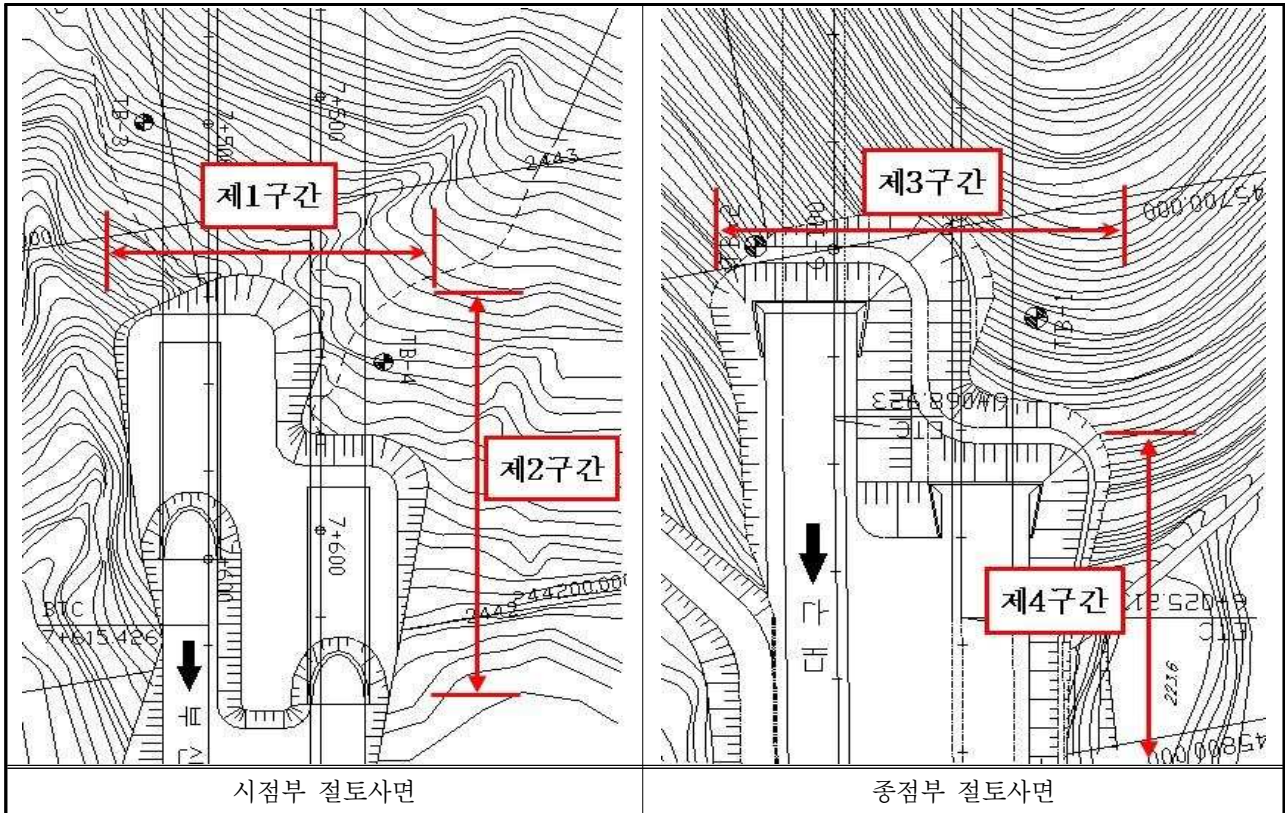
1.1.2 현장조사 결과

가. 터널 주변 조사

조사대상 절토사면은 연장 233m, 최대높이 41m인 시점부(부산측) 절토사면과 연장 230m, 최대높이 48m인 종점부(대구측) 절토사면으로 일반현황은 아래와 같으며, 조사영역은 제1구간 : 시점부 갯문배후사면, 제2구간 : 시점부 우측접속사면, 제3구간 : 종점부 갯문배후사면, 제4구간 : 종점부 우측접속사면 등 4개구간으로 분할하여 외관조사를 실시하였다.

【표 1.1.2】 청도2터널 절토사면 현황

시점부 절토사면	시설물명		청도2터널 시점부 절토사면	시설물구분	절토사면
	위 치	행정구역	경상북도 경산시 남천면 하도리		
	제 원	연 장	233m	높 이	41m
		경사/방향	45/191	위 치	STA.58+570~58+870
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민간
	주 변 환 경	인공구조물	-		
		주변지형	계곡부	상부사면경사	-
	시 공 현 황	준공년도	2006.2	시공자	금호건설(주)
		부대시설	산마루 측구, Bell Mouth식 갯문		
	비 고		거적덮기공법, 수목식재, 옹벽+소일네일링, 유공관		
종점부 절토사면	시설물명		청도2터널 종점부 절토사면	시설물구분	절토사면
	위 치	행정구역	경상북도 경산시 남천면 하도리		
	제 원	연 장	230m	높 이	48m
		경사/방향	65/11	위 치	STA.60+060~60+360
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민간
	주 변 환 경	인공구조물	-		
		주변지형	능선부	상부사면경사	-
	시 공 현 황	준공년도	2006. 2	시공자	금호건설(주)
		부대시설	산마루 측구, 면벽식 갯문, 점검계단		
	비 고		녹생토, 거적덮기, 코어넷, 수목식재		



(1구간 시점부 절토사면 정면 전경)



(3구간 중점부 절토사면 정면 전경)

【사진 1.1.1】 조사구간 전경

1) 제1구간(시점부 갯문배후사면)

- 연장 113m, 최대높이 41m인 제1구간 사면은 총 7단으로 구성되었으며, Bell Mouth 상부의 1, 2, 3단은 성토사면이고 4, 5, 6, 7단은 절토사면임이다.
- 인장균열 등의 파괴징후는 없는 것으로 조사되었으며, 안정성에 큰 문제는 없는 것으로 판단되나, 산마루측구 일부 개소에서 균열이 확인되었다.

2) 제2구간(시점부 우측접속사면)

- 연장 120m, 최대높이 35m인 제2구간 사면은 6단으로 구성된 절토사면이다.
- 보호·보강공법은 STA.58+610~58+635구간 1단 슛크리트+수평배수공, 2단 녹생토 및 옹벽+소일네일링이 시공되었다.
- 산마루측구 국부적인 균열 및 단차가 발생. 기 발생한 손상은 원활한 배수를 위한 보수 및 정비가 필요하며, 손상의 진전 여부에 대한 주의관찰이 요망된다.

			
위 치	1구간 상단부 전경	위 치	2구간 하단부 전경
현 황	1  수목 ⇨ 주의관찰	현 황	2  심한풍화구간 ⇨ 주의관찰
			
위 치	2구간 우측 STA.58+660	위 치	2구간 1단 측구
현 황	3  측구 균열 ⇨ 균열보수	현 황	4  뒷채움 유실 ⇨ 주의관찰

【사진 1.1.2】 터널 주변 외관조사 결과(1)

3) 제3구간(중점부 갭문배후사면)

- 연장 133m, 최대높이 48m인 제3구간 사면은 상행선측 사면은 5단으로, 하행선측 사면은 3단으로 구성된 절토사면이며, 사면전체에 녹생토가 시공되어 있고, 일부 좌·우측 사면어깨부에 거적덮기+Seed와 코어넷이 시공되어 있다.
- 1~5단 사면부에 급한 경사에 의한 녹생토 유실 및 탈락은 일부 진전이 된 것으로 확인되었다.
- 상행선 상부에 일부 뜬돌이 적치되어 있어 정비 및 낙석방지울타리 등의 조치가 필요하다.
- 점검계단 시설의 난간(손잡이) 부분에 연결 상태가 불량한 개소가 조사되었으며, 상부자연사면은 경사가 급하여 점검 이동시 안전사고의 위험이 있으므로 점검계단 추가 설치가 요망된다.

4) 제4구간(중점부 우측접속사면)

- 연장 97m, 최대높이 25m인 제4구간 사면은 2단으로 구성되어 있다.
- 갭문주변으로 비교적 사면이 높은 STA.60+270 ~ 60+300구간은 녹생토공법으로, STA.60+300 ~ 60+365구간은 코아넷이 시공되어 있다.
- 전반적인 사면의 상태는 양호하나, 사면 일부 구간에서 급경사로 인한 녹생토 유실, 식생불량이 일부 조사되었다.
- 하단부 암구간은 전석 및 뜬돌이 발달해 있으나, 사면의 높이가 비교적 낮아 본선 유입의 위험성은 낮은 것으로 판단된다.

	
위 치	3구간 3단 사면 STA.0-50
현 황	 녹생토유실 ⇨ 주의관찰

【사진 1.1.3】 터널 주변 외관조사 결과(2)

금 회 		전 회 			
위 치	3구간 2단 사면 STA.0+0				
현 황	2  뜬돌 적치 ⇨ 정비				
금 회 		전 회 			
위 치	3구간 1단 사면 STA0-5				
현 황	3  녹생토유실 ⇨ 주의관찰				
					
위 치	3구간 3단 사면 STA.0-30		위 치	3구간 점검계단 STA.0-30	
현 황	4  측구 파손⇨ 단면보수		현 황	5  점검계단 연장	

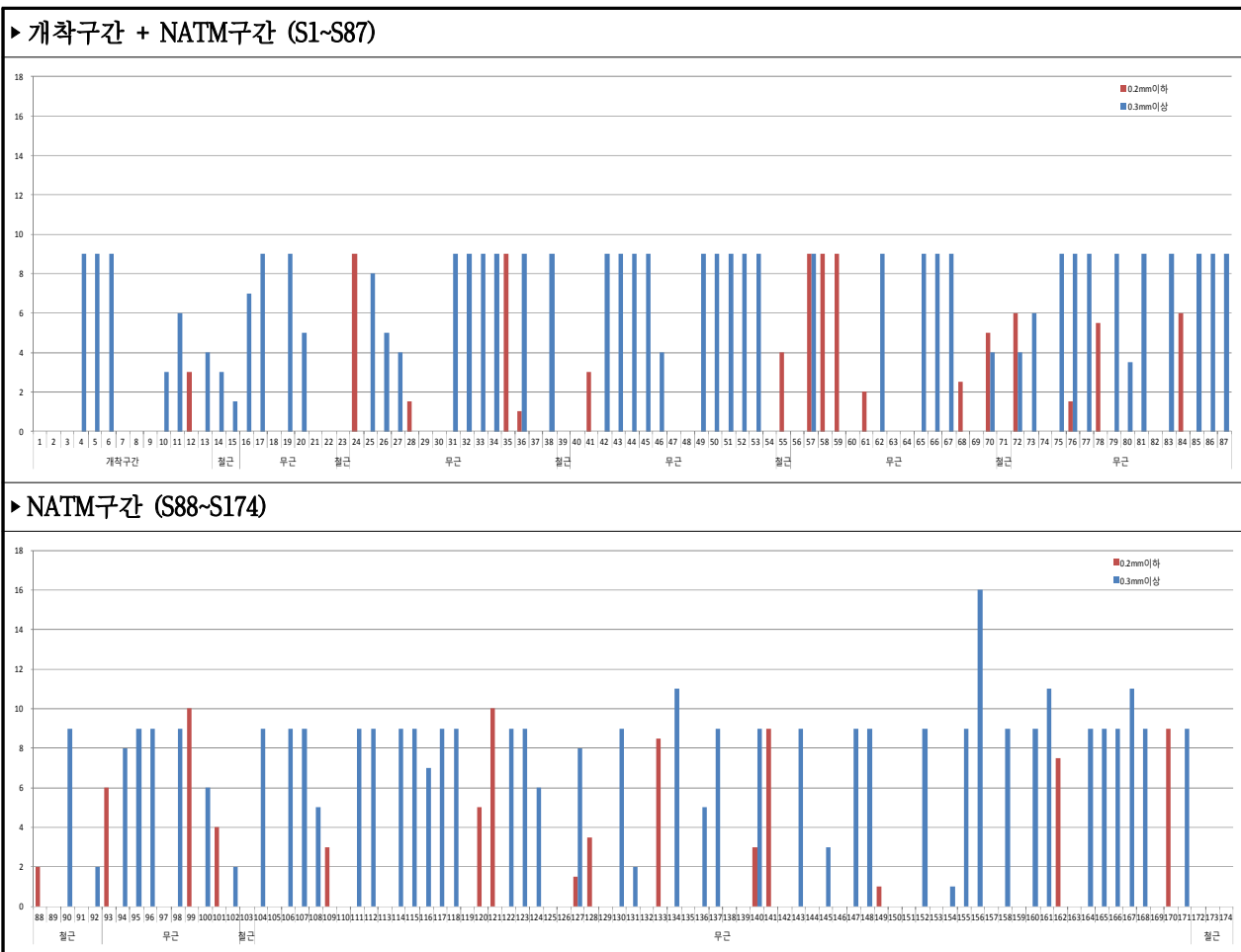
【사진 1.1.4】터널 주변 외관조사 결과(3)

나. 콘크리트 라이닝

1) 균열

청도2터널(대구)은 중앙부(Span.No.89~91)에 비상주차대 및 피난연결통로가 위치하고 있으며, 암상의 변화가 구간별로 심한편이고 파쇄대나 단층 점토로 판단되는 부분이 터널의 시·중점측에 위치하고 있으므로 터널의 지반조건, 지보타입별, 단면 형식별 균열 발생 빈도수를 비교하여 터널 내 발생 균열에 대한 원인을 분석하였다.

그 결과, 지형적, 구조적으로 불리한 특정 위치에 균열이 집중되지 않고 다양하게 분포하고 있었으며, 균열의 양상은 터널 단면중 가장 취약한 부위인 천정부(시공 특성상 배면공동, 타설불량 등의 발생요소가 많은 부위임)에서 종방향으로 Span의 시공이음부를 경계로 발생위치가 서로 어긋나 있는 상태로 균열의 연속성이 없게 발생되어 있는 것으로 확인되었다. 또한, 라이닝에 대한 응력검토 결과, 발생응력이 허용응력 미만으로 검토되어 터널에 발생된 균열은 시공시 거푸집 탈형시기, 온도 및 건조수축 등이 복합적으로 작용하여 발생된 시공적·환경적 요인에 의한 비구조적인 균열로 판단된다.



【그림 1.1.1】 균열 발생 현황

- 지보패턴별로 균열 발생 현황을 평가한 결과, 단위 m당 균열 연장은 0.1~0.8m로 확인되었으며, NATM 구간 중 지보패턴 Type-4에서 천단부 및 좌·우측 천정부 종방향 균열이 단위 m당 균열연장 0.8m로 가장 많이 발생한 것으로 조사되었다.
- 비상주차대 및 피난연결통로 위치의 확폭구간, 불량한 암반으로 철근을 보강한 구간인 지보패턴 type-6에서는 단위 m당 균열 연장이 0.1~0.3m로 전반적으로 균열밀도가 낮은 것으로 확인되었다.
- NATM 구간의 균열은 전체적으로 유사하게 나타났으며, 전반적으로 폭 0.3mm 이상의 균열이 다소 높게 발생한 것으로 확인되었다. 이는, 준공 이후 10년의 공용기간 동안 재료적·환경적 요인에 의하여 균열 폭이 다소 진전되었을 것으로 판단되며, 지반 및 지보타입이 불리한 구간 또는 확폭으로 단면이 불리한 구간 등 특정 위치에 집중되지 않고, 균열 형태도 터널에서 일반적으로 조사되는 균열 형태로 확인되어 지반 이완 등 외력에 의한 구조적인 손상보다는 시공적·환경적 요인에 의한 비구조적 손상으로 판단된다.

【표 1.1.3】 지보패턴별 균열발생 빈도

• 지보패턴별 전체 균열발생 연장

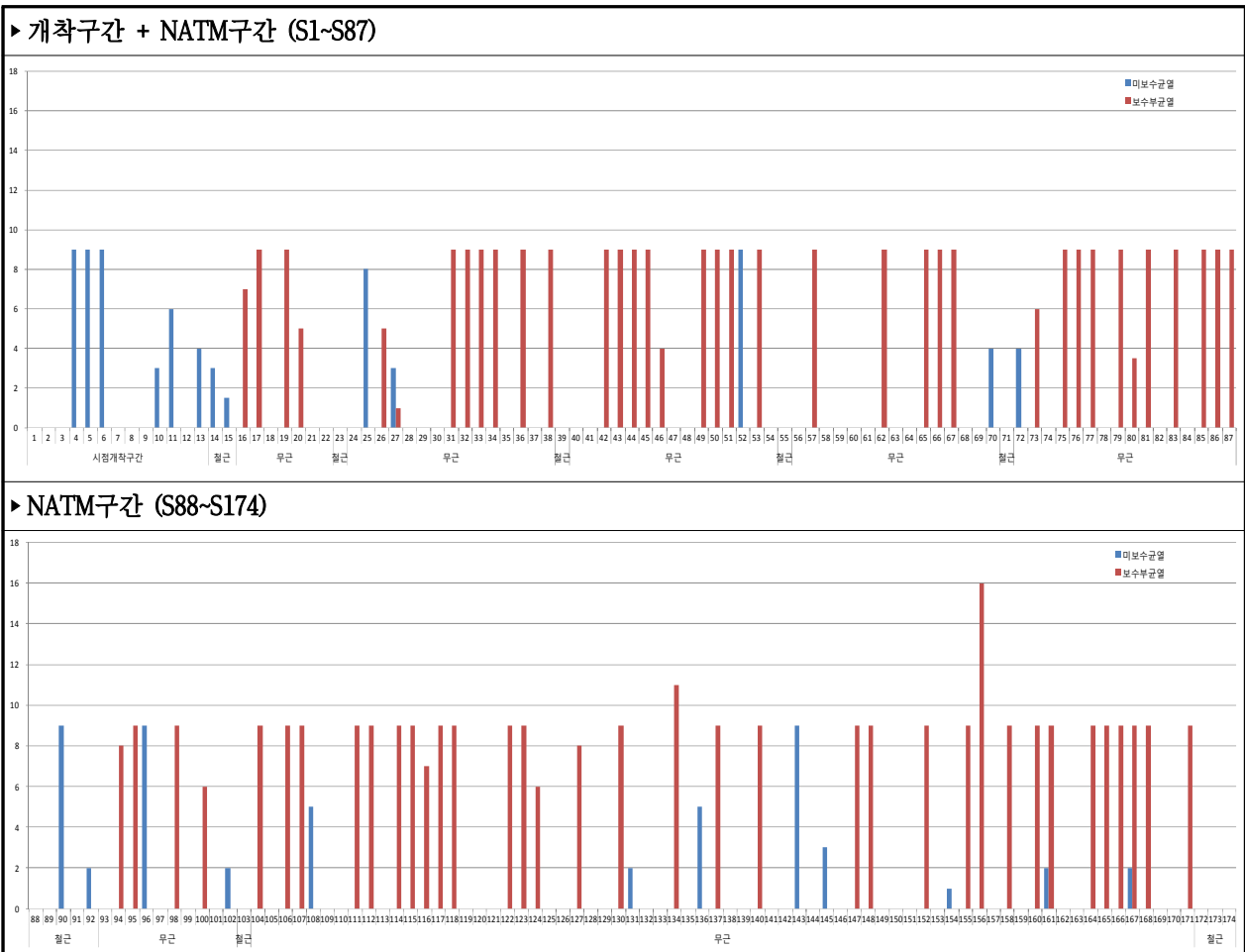
구 분	지보패턴	시점 개착	무근				철근			
			T-2	T-3	T-4	T-5	비주대	T-2	T-4	T-6
균열 총연장(m)		43.0	693.5	38.0	87.0	34.0	9.0	8.0	-	4.5
지보타입 연장(m)		103.7	1075.0	79.0	114.0	50.4	30.0	45.0	9.0	43.9
단위 m당 균열연장(m)		0.4	0.6	0.5	0.8	0.7	0.3	0.2	-	0.1
비율(%)		4.7	75.6	4.1	9.5	3.7	1.0	0.9	-	0.5

• 지보패턴별 폭 0.3mm이상 균열발생 연장

구 분	지보패턴	시점 개착	무근				철근			
			T-2	T-3	T-4	T-5	비주대	T-2	T-4	T-6
균열 총연장(m)		40.0	560.5	29.0	78.0	25.0	9.0	2.0	-	4.5
지보타입 연장(m)		103.7	1075.0	79.0	114.0	50.4	30.0	45.0	9.0	43.9
단위 m당 균열연장(m)		0.4	0.5	0.4	0.7	0.5	0.3	0.1	-	0.1
비율(%)		5.3	74.9	3.9	10.4	3.3	1.2	0.3	-	0.6

① 종방향 균열

- 종방향 균열은 시공 특성상 배면공동, 타설불량, 라이닝 두께 부족 등으로 인하여 가장 취약한 부위인 천단부 및 좌·우측 천정부에서 발생되었으며, 이는 터널에서 일반적으로 나타나는 형태로써, 지반이완 등 외력에 의한 손상보다는 시공적·환경적·재료적 특성에 의해 발생한 비구조적인 균열로 판단된다.
- 종방향 균열은 균열 집중구간이 없이 터널에 전반적으로 고르게 분포되어 있었으며, 보수부 재균열이 주된 손상으로 확인되었다. 보수부 재균열은 표면처리가 시행된 부위에서 발생되었으며, 이는 보수상태가 미흡하거나, 건조수축 등 시공적·환경적 특성에 의해 균열 폭이 진전되어 재균열이 발생한 것으로 판단되며, 구조적인 문제점은 없는 것으로 판단된다.
- 따라서, 천단부에 발생한 종방향 균열은 구조물의 안전에는 큰 영향이 없는 것으로 판단되나 미 보수시에는 터널 내 오염물질 및 경년열화 등으로 인하여 손상확대 가능성이 있으므로 균열 폭 0.3mm 이상의 균열은 주입공법을, 0.2mm 이하 균열은 표면처리보수가 바람직하다.



【그림 1.1.2】 종방향 균열 발생 현황

	
천단부 종방향 보수부 재균열(Cw=0.3mm)-S16(무근)	천단부 종방향 균열(Cw=0.3mm)-S19(무근)
	
천단부 종방향 균열(Cw=0.3mm)-S67(무근)	천단부 종방향 보수부 재균열(Cw=0.3mm)-S81(무근)
	
천단부 종방향 균열(Cw=0.3mm)-S90(철근)	천단부 종방향 보수부 재균열(Cw=0.3mm)-S123(무근)

【사진 1.1.5】 라이닝 외관조사 결과(1)

② 횡방향 균열

- 라이닝에 발생한 횡방향 균열은 전반적으로 보수가 완료된 상태였으며, 일부 손상들은 천단부에서 발생한 상태였으며, 균열 길이가 짧고 연속성이 없으며 일정한 형태가 없이 불규칙하게 발생한 균열로, 건조수축 및 구속응력 등이 복합적으로 작용하여 발생한 비구조적 손상으로 판단된다. 조사된 손상들은 내구성 확보를 위해 균열 폭 0.3mm 이상 균열은 주입보수를 실시하고 0.2mm 이하 균열은 적정시기에 표면처리보수를 실시하는 것이 바람직하다.



【사진 1.1.6】 라이닝 외관조사 결과(2)

2) 누수 및 백태

- 청도2터널(대구)의 라이닝 및 시공이음부에서는 누수 및 백태가 없는 상태로 확인되었다.

3) 단면손상(철근노출)

- 청도2터널(대구)의 철근이 배근되어 있는 구간(개착구간, 비상주차대, 피난연락갱, 지보 패턴 6구간, Jetfan 설치구간)의 경우 철근노출은 없는 상태였으며, 철근탐사 결과, 피복 두께는 양호한 상태로 확인되었다.

4) 단면손상(비철근노출)

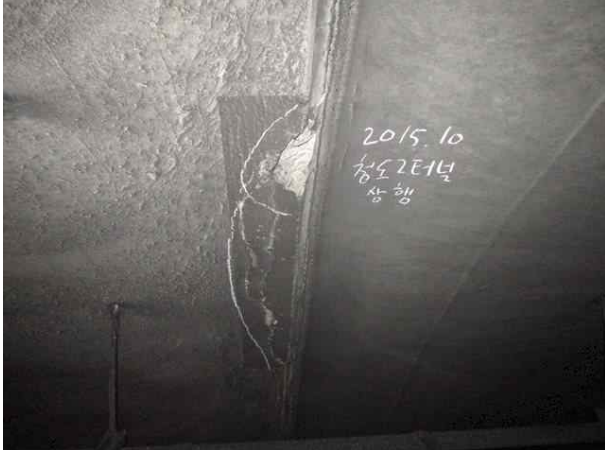
- 시공이음부 주변에 들뜸, 박락 등의 단면손상이 조사되었다. 손상 발생의 원인은 시공 당시 거푸집 마감 불량과 같은 시공관리 미흡과 콘크리트 이어치기시 내부구속 및 양생미흡, 건조수축 등 시공 및 환경적 요인에 의해 발생되었으며, 현재로서는 탈락의 가

능성은 미미하지만 탈락할 경우 주행차량의 안전에 영향을 미치므로 깨어내기를 통한 위험요소를 제거하는 것이 바람직하다.

- 그밖에 물리적인 충격에 의한 라이닝의 경미한 파손 및 보수미흡에 의한 보수부 들뜸이 조사되었다.

【표 1.1.4】 단면손상(비철근노출) 손상발생 현황

구분	원인	손상물량	조치방안
들뜸, 박락(m ² /개소)	시공미흡+구속응력	1.23/15	깨어내기
보수부 들뜸(m ² /개소)	보수미흡	0.08/1	깨어내기
파손(m ² /개소)	물리적인 충격	0.06/3	지속관찰

	
콘크리트 파손-S90, 측벽부	시공이음부 들뜸, 박락-S93, 어깨부
	
시공이음부 들뜸, 박락-S124, 어깨부	시공이음부 보수부 들뜸-S146, 천정부

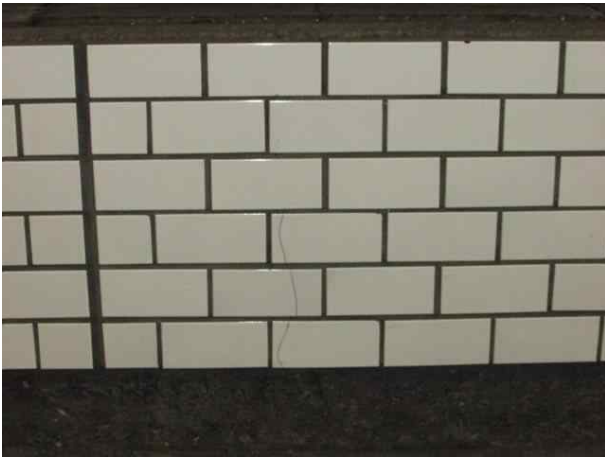
【사진 1.1.7】 라이닝 외관조사 결과(3)

5) 기타(타일, 마감재 손상)

- 타일은 조명효과 향상, 운전자의 시선유도, 마감에 따른 미관성 향상 등의 목적으로 벽체부에 설치하는 마감재로 차량충돌에 의한 파손, 장기 공용에 따른 부착력 저하에 의한 탈락, 라이닝 균열로 인한 타일균열이 조사되었으나, 국부적으로 발생된 경미한 손상으로 미관성을 고려하여 타일 및 마감재 탈락은 재설치가 요구되나 그 밖의 손상들은 향후 손상 확대시 보수계획을 수립하여 일괄 보수 실시가 바람직하다.

【표 1.1.5】기타 손상 발생 현황

구분	원인	손상물량	조치방안
타일균열(개소)	라이닝 균열	30	지속관찰
타일탈락(개소)	부착력 저하	6	타일 재설치
타일파손(개소)	차량충돌	15	지속관찰
마감재 탈락(개소)	시공미흡	1	마감재 재설치

	
타일파손-S32, 공동구 측면	타일탈락-S145, 공동구 측면
	
타일균열-S166, 공동구 측면	마감재 탈락-중점부 갭문

【사진 1.1.8】기타 손상 외관조사 결과

다. 공동구

- 좌·우벽체 하단부에 위치한 공동구는 전기설비, 통신설비 등을 공동으로 수용하여 설비 시설에 대한 효율적인 유지관리를 위해 설치된 시설물로 점검결과, 공동구 덮개 파손, 균열, 재료분리, 파손 등의 손상이 조사되었다.
- 공동구 덮개 파손은 경미한 상태로 보수조치는 필요하지 않으나, 설비 유지관리, 긴급 점검 및 복구시 이동 통로로 활용할 수 있으므로 덮개 파손의 규모가 클 경우에는 점검자의 안전이동 및 원활한 유지관리를 위해 덮개를 교체해야 할 것으로 판단된다.
- 그밖의 경미한 파손, 폭 0.3mm 경계석 균열, 경계석 재료분리는 경미한 상태이므로 경제성 측면에서 보수보다는 주의관찰이 바람직하다.

【표 1.1.6】 공동구 손상발생 현황

구분	원인	손상물량	조치방안
덮개파손(개소)	물리적인 충격	3	지속관찰
경계석균열(0.3mm이상)(m/개소)	건조수축	0.5/1	지속관찰
경계석 재료분리(m²/개소)	다짐부족	0.16/1	지속관찰
파손(m²/개소)	물리적인 충격	0.33/2	지속관찰



【사진 1.1.9】 공동구 외관조사 결과

라. 배수시설

1) 개요

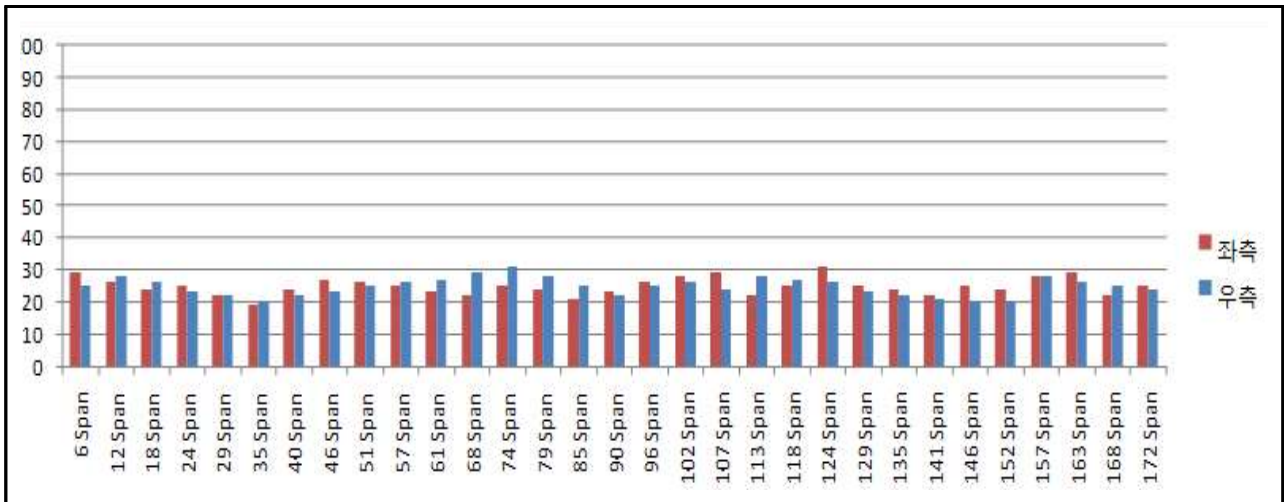
청도2터널(대구)은 배수형 터널로서 유지관리 및 배수구 청소가 용이한 측벽하부 배수방식을 적용하였다. 좌·우 측벽 하부에는 10m마다 횡배수관(유공관 Ø100)을 삽입하여 노면배수관(스파이럴심덕트관 Ø400)에 연결하여 지하수 및 우수를 유도하여 배수되도록 시공되어 있으며, 도로부에는 바닥에 발생하는 양수압을 배제시키기 위하여 노면의 좌·우 양 측면에 지하배수관(아연도 강관 Ø200)이 설치되어 있다. 현장조사 결과, 노면배수관은 유지관리 차원에서 50m마다 유지관리를 위한 집수정이 설치되어 있었으나, 지하배수관은 별도의 유지관리시설이 없는 것으로 확인되었다.

2) 조사결과

- 배수시설은 지하에 매설되어 있는 관계로 유지관리를 위한 집수정을 통하여 노면배수관 및 횡배수관에 대한 육안 점검을 실시하였으며, 지하배수관은 육안 점검이 불가능한 관계로 노면 체수흔적 및 용출수의 발생, 배수구 역류 등을 조사하여 간접적인 건전성을 평가하였다.
- 노면의 체수 및 용출수는 없는 상태로 확인되어 지하배수관의 기능상태는 양호한 것으로 판단된다. 그러나, 지하배수관은 기능불량으로 인한 용출수의 발생이 여러 터널에서 빈번하게 발생되고 있으므로, 용출수, 체수 등과 같은 손상들에 대해 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하다.
- 노면배수관은 집수정에 이물질 퇴적이 다소 확인되었으나, 이물질 퇴적으로 인한 배수 기능은 문제가 없을 것으로 판단되며, 횡배수관은 점검 당시 지하수가 유입되고 있지는 않았으나 배수 흔적이 확인되어 배수시설의 기능상태는 양호한 것으로 판단된다. 이물질 퇴적은 즉각적인 이물질 제거가 요구되지는 않으나 향후 원활한 배수 처리를 위해 청소계획을 수립하여 정기적으로 이물질을 제거하는 것이 바람직하다.

【표 1.1.7】 배수시설 손상발생 현황

구분	S6		S12		S18		S24		S29		S35		S40		S46		S51		S57		S61	
	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우
이물질퇴적(cm)	29	25	26	28	24	26	25	23	22	22	19	20	24	22	27	23	26	25	25	26	23	27
구분	S68		S74		S79		S85		S90		S96		S102		S107		S113		S118		S124	
	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우
이물질퇴적(cm)	22	29	25	31	24	28	21	25	23	22	26	25	28	26	29	24	22	28	25	27	31	26
구분	S129		S135		S141		S146		S152		S157		S163		S168		S172		-		-	
	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	-	-	-	-
이물질퇴적(cm)	25	23	24	22	22	21	25	20	24	20	28	28	29	26	22	25	25	24	-	-	-	-



【그림 1.1.3】 이물질 퇴적 높이



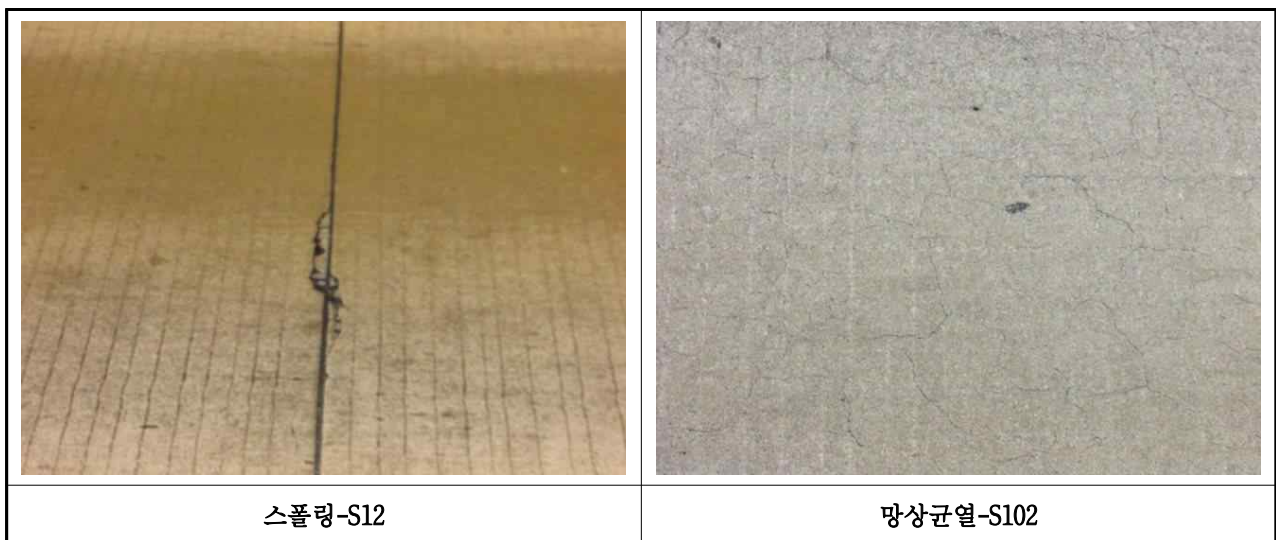
【사진 1.1.10】 배수시설 외관조사 결과

마. 도로부(포장면)

- 청도2터널(대구)의 도로부(포장면)는 콘크리트포장으로 미끄럼방지를 위해 횡방향 그루빙(Grooving)이 시공되어져 있고 일정 간격의 신축이음에 설치되어 있다.
- 포장면에 대한 점검 결과, 스켈링 및 스폴링, 균열, 파손 등의 손상이 조사되었다.
- 스켈링, 스폴링, 파손과 같은 손상은 콘크리트 타설시 불순물 혼입, 온도변화에 의한 신축거동, 지속적인 차량하중이 복합적으로 작용하여 발생된 손상으로 판단된다. 조사된 손상들은 조속한 보수조치를 요구하지는 않으나 지속적인 차량통행시 요철로 인하여 주행성이 저하되고 사용년수 증가에 따라 손상확대가 우려될 수 있으므로 포장부 보수계획에 따라 적정시기에 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 포장에 발생한 세로방향 균열 및 망상균열은 차량의 반복하중 및 온도균열에 의한 손상이며, 균열 폭이 미세한 상태이므로 보수보다는 주의관찰이 바람직하며, 손상의 진전이 확인될 경우에는 실링보수 또는 주입보수를 실시하는 것이 바람직하다.

【표 1.1.8】 교면포장 손상발생 현황

구분	원인	손상물량	조치방안
스켈링(㎡/개소)	제설재+불순물 혼입+차량 반복통행	3.0/1	지속관찰
스폴링(㎡/개소)	불순물 혼입+차량 반복통행	1.7/54	지속관찰
표면박리(㎡/개소)	차량 반복통행에 의한 마모	40.0/2	지속관찰
파손(㎡/개소)	물리적인 충격	0.13/3	지속관찰
균열(m/개소)	차량 반복통행+온도균열	7.5/2	지속관찰
망상균열(㎡/개소)	차량 반복통행+온도균열	180.7/7	지속관찰



【사진 1.1.11】 도로부 외관조사 결과

바. 부대시설

1) 현황

청도2터널(대구)은 터널 중앙부(Span.No.089~091)에 비상주차대와 피난연결통로(Span.No.090)가 위치하고 있으며, 제트팬은 총 11대가 설치되어 있다.

또한 터널내 사고 발생시 안전 대피 및 비상연락이 가능토록 표지판, 소화시설, 비상전화 등이 설치되어 있고 안전운전을 위해 조명시설이 설치되어 있는 것으로 조사되었다.



【사진 1.1.12】 부대시설 현황

2) 조사결과 및 점검의견

피난연결통로, 및 제트팬, 소화전, 조명시설 및 안전표지판 등 터널내부의 부대시설은 지속적인 유지관리로 전반적인 관리상태가 양호한 것으로 조사되었다.

사. 부속시설(옥외공동구)

옥외공동구는 관리동과 터널 구간의 설비시설이 통과하는 시설물로 옥외공동구에 대한 조사 결과, 전반적으로 양호한 상태였으나, 경미한 누수가 조사되었다. 누수의 원인은 환기구 및 공동구, 조인트부를 통한 지하수 및 우수의 유입으로 판단되며, 경미한 상태이므로 주의 관찰이 바람직하다.

【표 1.1.9】 옥외공동구 손상발생 현황

구분	원인	손상물량	조치방안
누수(개소)	지하수 및 우수 유입	4	지속관찰
누수흔적(개소)	지하수 및 우수 유입	4	지속관찰



【사진 1.1.13】 옥외공동구 외관조사 결과

아. 외관조사 결과

청도2터널(대구)은 금회 준공 후 10년 이내 실시하는 최초 진단으로 금회 외관조사 결과는 다음과 같다.

【표 1.1.10】 외관조사 결과

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용		원인	수량	조치방안	비고
본선 터널	라이닝	균열	0.3mm미만	온도 및 건조수축	49.0m/18개소	지속관찰	
			0.3mm이상	온도 및 건조수축	132.5m/27개소	주입보수	
		보수부 재균열	0.3mm미만	온도 및 건조수축	121.0m/22개소	지속관찰	
			0.3mm이상	온도 및 건조수축	624.5m/76개소	주입보수	
		망상균열		양생미흡, 건조수축	2.5㎡/1개소	지속관찰	
		단면손상 (비철근노출)	들뜸, 박락	양생미흡/온도변화	1.23㎡/15개소	깨어내기	
			보수부 들뜸	보수미흡	0.08㎡/1개소	깨어내기	
			파손	물리적인 충격	0.06㎡/3개소	지속관찰	
		타일균열		라이닝 균열	30개소	지속관찰	
		타일탈락		부착력 저하	6개소	지속관찰	
		타일파손		차량충돌	15개소	지속관찰	
		마감재 탈락		시공미흡	1개소	마감재 재설치	
	공동구	덮개 파손		물리적인 충격	3개소	지속관찰	
		파손		물리적인 충격	0.33㎡/2개소	지속관찰	
		경계석 균열	0.3mm미만	건조수축	0.5m/1개소	지속관찰	
		경계석 재료분리		다짐부족	0.16㎡/1개소	지속관찰	
	도로부 (포장면)	스켈링		제설제+불순물혼입	3.0㎡/1개소	지속관찰	
		스폴링		불순물혼입+차량통행	1.7㎡/54개소	지속관찰	
		표면박리		차량 반복통행	40.0㎡/2개소	지속관찰	
		파손		물리적인 충격	0.13㎡/3개소	지속관찰	
		균열		차량 반복통행+온도	7.5m/2개소	지속관찰	
		망상균열		차량 반복통행+온도	180.7㎡/7개소	지속관찰	
부대 시설	옥외 공동구	누수		지하수 및 우수유입	4개소	지속관찰	
		누수흔적		지하수 및 우수유입	4개소	지속관찰	

1.1.3 이전 상태와 현 상태 비교

【표 1.1.11】 기 점검결과와 손상물량 비교표

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용		2013년 정밀점검	금회 진단	증감	비고
본선 터널	라이닝	균열	0.3mm미만	9.0m/4개소	49.0m/18개소	증	
			0.3mm이상	88.0m/18개소	132.5m/27개소	증	
		보수부 재균열	0.3mm미만	93.0m/13개소	121.0m/22개소	증	
			0.3mm이상	334.0m/40개소	624.5m/76개소	증	
		망상균열		2.0㎡/1개소	2.5㎡/1개소	증	
		단면손상 (비철근노출)	들뜸, 박락	0.63㎡/7개소	1.23㎡/15개소	증	
			보수부 들뜸	-	0.08㎡/1개소	추가	
			파손	0.06㎡/3개소	0.06㎡/3개소	-	
		타일균열		5개소	30개소	증	
		타일탈락		16개소	6개소	감	보수
		타일파손		-	15개소	추가	
		마감재 탈락		-	1개소	추가	
	공동구	덮개 파손		3개소	3개소	-	
		파손		0.33㎡/2개소	0.33㎡/2개소	-	
		경계석 균열	0.3mm미만	-	0.5m/1개소	추가	
		경계석 재료분리		-	0.16㎡/1개소	추가	
	도로부 (포장면)	스켈링		0.5㎡/9개소	3.0㎡/1개소	증	
		스폴링		1.7㎡/54개소	1.7㎡/54개소	-	
		표면박리		-	40.0㎡/2개소	추가	
		파손		-	0.13㎡/3개소	추가	
		균열		-	7.5m/2개소	추가	
		망상균열		20.0㎡/1개소	180.7㎡/7개소	증	
부대 시설	옥외 공동구	누수		4개소	4개소	-	
		누수혼적		4개소	4개소	-	

전차 점검 이후 공용기간의 증가 및 점검장비를 이용한 근접조사에 의해 전반적으로 손상이 추가되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 상태로 확인되었다.

1.2 내구성 조사 결과

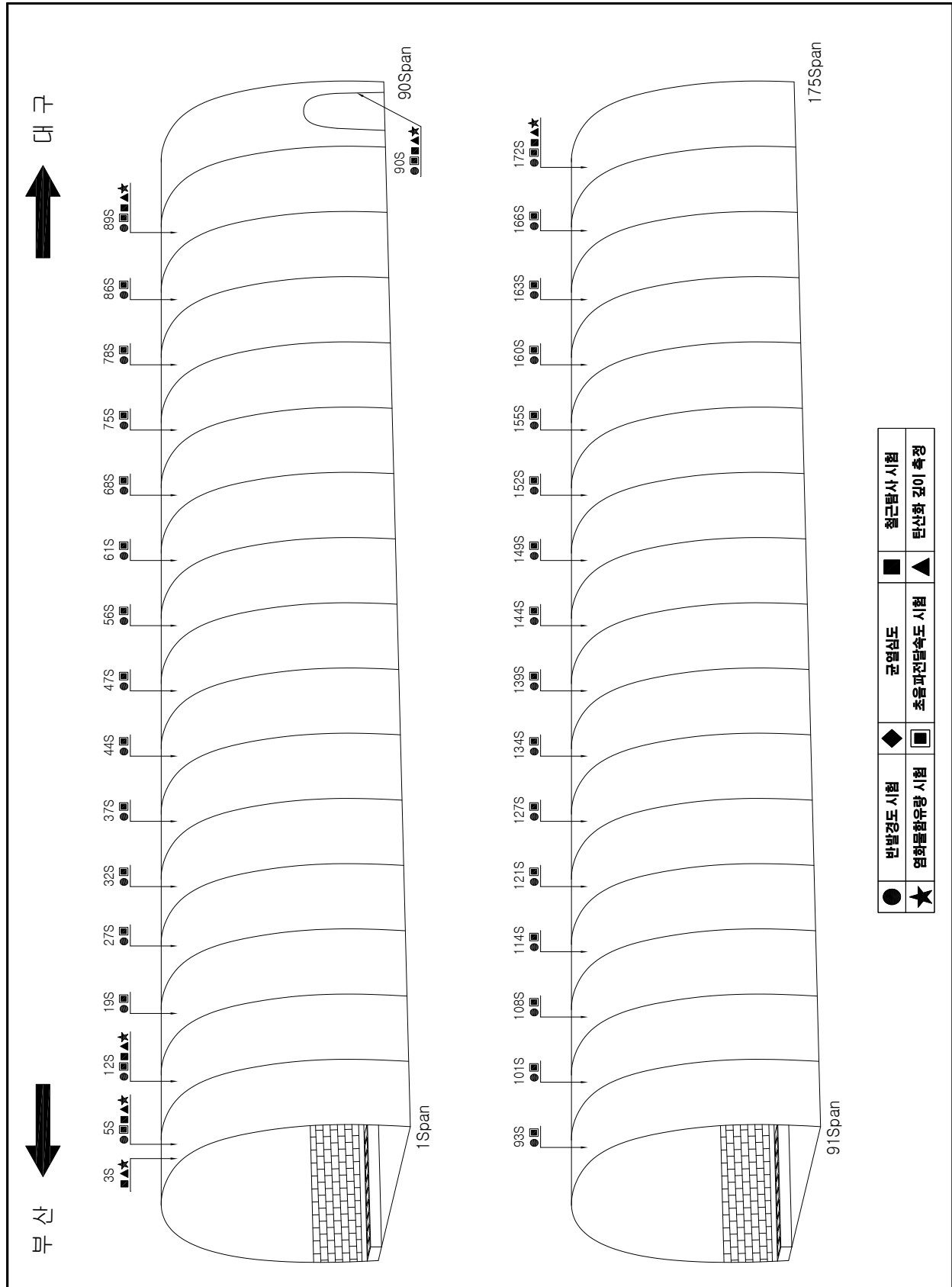
본 과업의 내구성조사는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였으며, 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험, 초음파전달속도시험), 철근탐사시험, 탄산화깊이 측정, 염화물함유량시험, 균열깊이 조사 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴 시험 현황은 다음과 같다.

【표 1.2.1】 청도2터널(대구) 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목		기준수량	수 량(개소)		비 고
			기준	실시	
측점분할		• 신축이음부 또는 평가단위로 분할 • 5~50m 간격	-	175	
단면측량		• 종·횡단측량 및 선형측량 • 총수량 = (총연장/200)+1	9	10	
비파괴 강도	반발경도법	• 총수량 = (총연장/100)×2	32	32	
	초음파법		32	32	
철근탐사시험		• 총연장 1,000미만 = 4개소 • 총연장 1,000이상 = 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	6	6	
탄산화깊이 측정			6	6	
염화물함유량시험			6	6	
균열깊이 조 사		• 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	-	1	Cw=0.3mm이상 균열

			
반발경도시험	초음파전달속도시험	탄산화 깊이 측정	철근탐사시험

【사진 1.2.1】 콘크리트 내구성조사 전경



【그림 1.2.1】 청도2터널(대구) 콘크리트 내구성조사 위치도

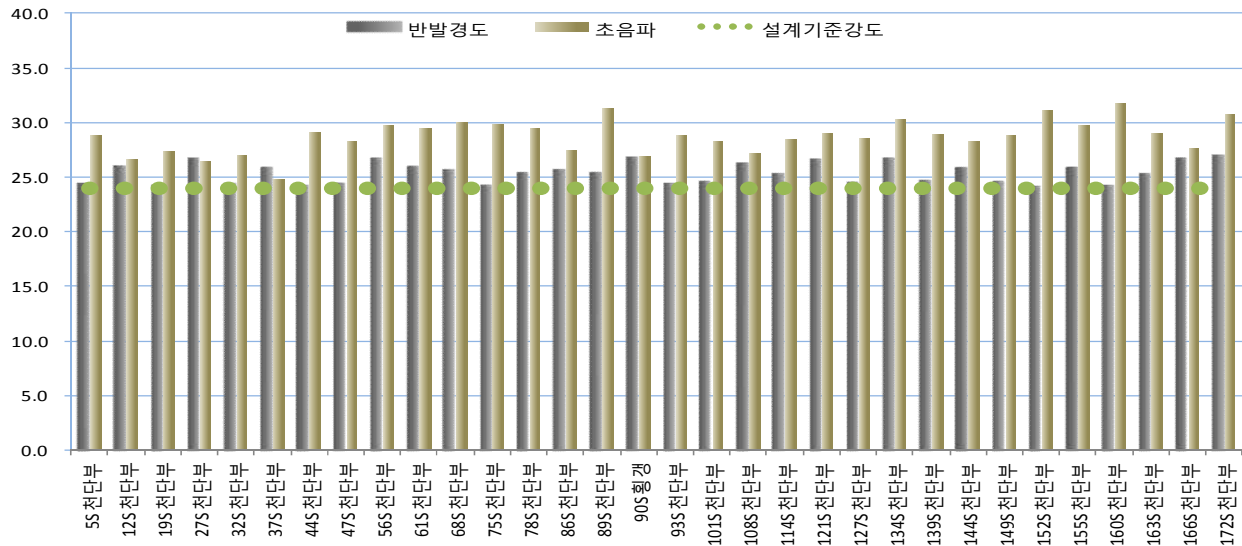
1.2.1 콘크리트 강도시험

청도2터널(대구)의 콘크리트 비파괴강도시험은 반발경도법 및 초음파속도법을 이용하여 총 32개소의 비파괴강도시험을 실시하였으며, 측정결과는 다음과 같다.

가. 비파괴강도 시험결과

【표 1.2.2】비파괴강도 시험결과

시험위치		비파괴시험		반발경도법(MPa)			초음파속도법(MPa)			설계 기준 강도 (MPa)
		반발경도 (R_o)	초음파 속도 (V_d)	식①	식②	평균	식③	식④	평균	
라이닝	S5 천단부	43.2	4.18	23.2	25.6	24.4	27.3	30.3	28.8	24.0
	S12 천단부	45.9	4.10	25.4	26.8	26.1	25.6	27.7	26.7	
	S19 천단부	42.8	4.12	22.9	25.5	24.2	26.1	28.6	27.4	
	S27 천단부	47.0	4.09	26.3	27.3	26.8	25.4	27.4	26.4	
	S32 천단부	43.0	4.11	23.1	25.6	24.4	25.9	28.1	27.0	
	S37 천단부	45.4	4.03	25.0	26.6	25.8	24.2	25.5	24.9	
	S44 천단부	42.8	4.19	22.9	25.5	24.2	27.5	30.8	29.2	
	S47 천단부	43.2	4.15	23.2	25.6	24.4	26.8	29.6	28.2	
	S56 천단부	46.9	4.21	26.2	27.3	26.8	27.9	31.4	29.7	
	S61 천단부	45.5	4.20	25.1	26.7	25.9	27.8	31.2	29.5	
	S68 천단부	45.0	4.22	24.7	26.5	25.6	28.2	31.8	30.0	
	S75 천단부	42.9	4.21	23.0	25.5	24.3	28.0	31.5	29.8	
	S78 천단부	44.7	4.20	24.4	26.3	25.4	27.8	31.2	29.5	
	S86 천단부	45.1	4.13	24.8	26.5	25.7	26.2	28.7	27.5	
	S89 천단부	44.8	4.27	24.5	26.3	25.4	29.2	33.4	31.3	
	S90 횡경	47.1	4.11	26.3	27.4	26.9	25.8	28.0	26.9	
	S93 천단부	43.0	4.18	23.1	25.6	24.4	27.3	30.3	28.8	
	S101 천단부	43.4	4.16	23.4	25.7	24.6	26.8	29.7	28.3	
	S108 천단부	46.2	4.12	25.6	27.0	26.3	26.0	28.3	27.2	
	S114 천단부	44.6	4.17	24.3	26.3	25.3	27.0	29.9	28.5	
	S121 천단부	46.7	4.18	26.0	27.2	26.6	27.4	30.5	29.0	
	S127 천단부	43.3	4.17	23.3	25.7	24.5	27.1	30.1	28.6	
	S134 천단부	46.8	4.23	26.1	27.3	26.7	28.4	32.1	30.3	
	S139 천단부	43.6	4.18	23.6	25.8	24.7	27.3	30.4	28.9	
	S144 천단부	45.4	4.16	25.0	26.6	25.8	26.8	29.7	28.3	
	S149 천단부	43.4	4.18	23.4	25.7	24.6	27.2	30.3	28.8	
	S152 천단부	42.7	4.26	22.8	25.4	24.1	29.1	33.2	31.2	
	S155 천단부	45.4	4.21	25.0	26.6	25.8	27.9	31.4	29.7	
	S160 천단부	42.9	4.29	23.0	25.5	24.3	29.5	33.9	31.7	
	S163 천단부	44.5	4.18	24.3	26.2	25.3	27.4	30.6	29.0	
	S166 천단부	46.8	4.14	26.1	27.3	26.7	26.4	29.0	27.7	
	S172 천단부	47.2	4.25	26.4	27.5	27.0	28.7	32.6	30.7	
평 균				24.5	26.3	25.4	27.2	30.2	28.7	
표 준 편 차				1.2	0.7	1.0	1.2	1.9	1.5	
변 동 계 수				5.1	2.7	3.9	4.4	6.2	5.3	



【그림 1.2.2】 평균압축강도 추정결과

- 각 시험법에 의한 비파괴강도 검토결과, 설계기준 대비 100.4~132.0%로 반발경도법 및 초음파속도법에 의한 비파괴 추정강도는 모두 100% 이상을 상회하는 값으로 분석되었다.
- 비파괴 추정식에 의해 평가된 강도는 전구간 강도가 설계기준 대비 100%이상으로 조사되어 라이닝 콘크리트 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 따라서, 금회 시험을 실시한 청도2터널(대구) 라이닝에 대한 콘크리트 강도는 공용년 수 경과에 따른 강도 저하는 없는 것으로 판단된다.

【표 1.2.3】 비파괴강도시험 결과분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
라이닝	반발경도법	24.1~27.0	24.0	100.4~112.5
	초음파속도법	24.8~31.7	24.0	103.3~132.0

나. 기 점검결과와의 비교

【표 1.2.4】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분		'13년 정밀점검	금회('15년) 정밀안전진단	설계기준강도
반발경도법	라이닝	24.8~28.6	24.1~27.0	24.0
검토의견		■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨.		

1.2.2 철근탐사시험

철근탐사기(RC-Radar)를 이용한 철근탐사시험은 철근배근간격 및 피복두께 측정을 위해 시·중점 개착구간, 비상주차구간 및 제트펜 설치구간 등의 철근배근 구간의 터널 라이닝에 대해서 총 6개소의 철근탐사 시험을 실시하였으며, 측정결과는 다음과 같다.

【표 1.2.5】 철근탐사 시험결과

시험위치	철근종류	측정치(mm)		설계치(mm)		비고
		배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
S3 라이닝	주철근	125.0	55.0	125.0	50.0	
	배력철근	200.0	57.0	200.0	50.0	
S5 라이닝	주철근	124.0	55.0	125.0	50.0	
	배력철근	192.0	56.0	200.0	50.0	
S12 라이닝	주철근	127.0	58.0	125.0	50.0	
	배력철근	208.0	59.0	200.0	50.0	
S89 라이닝(비상주차대)	주철근	126.0	51.0	125.0	50.0	
	배력철근	203.0	54.0	200.0	50.0	
S90 라이닝(횡갱)	주철근	123.0	53.0	125.0	50.0	
	배력철근	196.0	54.0	200.0	50.0	
S172 라이닝	주철근	125.0	51.0	125.0	50.0	
	배력철근	198.0	55.0	200.0	50.0	

본 과업대상 터널에 대하여 철근탐사 수행결과, 측정된 철근배근 간격 및 피복두께는 부재별로 설계도서과 비교시 일부 구간에서 미소한 편차는 있으나 대부분의 측정 위치에서 근사한 것으로 측정되었으며, 지속적인 점검 및 관찰을 실시한다면 문제는 없을 것으로 판단된다.

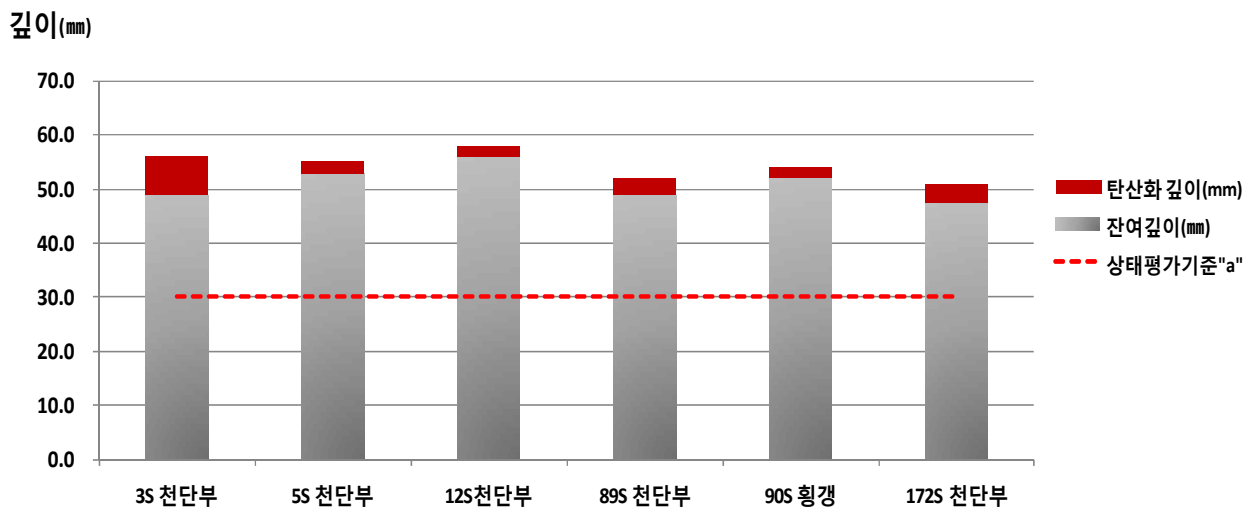
1.2.3 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 라이닝에 총 6개소의 탄산화 잔여깊이를 측정하였으며, 실측 최소 피복두께를 적용하기 위해 철근탐사시험과 동일한 위치를 선정하였고, 그 결과는 다음과 같다.

가. 탄산화 깊이 측정결과

【표 1.2.6】 탄산화깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
라이닝	3S 천단부	7.0	56.0	49.0	a	2.21	630	100년이상
	5S 천단부	2.0	55.0	53.0	a	0.63	7,553	
	12S천단부	2.0	58.0	56.0	a	0.63	8,400	
	89S 천단부	3.0	52.0	49.0	a	0.95	2,994	
	90S 횡갱	2.0	54.0	52.0	a	0.63	7,280	
	172S 천단부	3.5	51.0	47.5	a	1.11	2,113	



【그림 1.2.3】 청도2터널(대구) 탄산화깊이 측정결과

콘크리트 부재에 대한 탄산화 깊이 측정결과, 실측 피복두께와 비교시 탄산화 잔여깊이가 30.0mm 이상으로 측정되어 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2012. 10)』의 건전성 평가 기준에 의거 “a”로 평가되었으며, 철근까지의 탄산화 도달시간은 시험개소 모두 100년 이상으로 측정되어 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성이 없는 양호한 상태로 분석되었다.

나. 기 진단결과와의 비교

【표 1.2.7】탄산화깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	'13년 정밀점검	금회('15년) 정밀안전진단	비 고
라이닝	3.0~4.0	2.0~7.0	
검토의견	■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단됨.		

1.2.4 염화물함유량 시험

염화물함유량 시험은 라이닝에서 6개소에 대하여 깊이별 시료를 채취하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

【표 1.2.8】염화물함유량 시험결과 및 평가

시험위치		측정 깊이	염화물 함유량		평가 결과	비 고
			CI ⁻ (%)	CI ⁻ (kg/m ³)		
라이닝	3S 천단부	0~20mm	0.0017	0.037	a	
		20~40mm	0.0009	0.020	a	
	5S 천단부	0~20mm	0.0013	0.029	a	
		20~40mm	0.0007	0.015	a	
	12S 천단부	0~20mm	0.0010	0.022	a	
		20~40mm	0.0006	0.013	a	
	89S 천단부	0~20mm	0.0017	0.037	a	
		20~40mm	0.0012	0.027	a	
	90S 횡갱	0~20mm	0.0038	0.086	a	
		20~40mm	0.0028	0.062	a	
	172S 천단부	0~20mm	0.0019	0.044	a	
		20~40mm	0.0010	0.023	a	

※ 콘크리트 환산 염화물 함유량(kg/m³) = 전 염화물 함유량(CI⁻)% / 100 × 콘크리트 단위중량(2,263kg/m³)

콘크리트 시료의 염화물함유량 평가는 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12)” 평가기준에 의거하여 수행하였으며, 깊이별 분석결과, 염화물에 의한 부식이 발생할 우려가 없는 상태인 “a” 로 평가되었다.



【그림 1.2.4】 염화물시험 측정결과

1.2.5 균열깊이 측정결과

외관조사시 조사된 균열폭 0.3mm이상 균열 중 임의로 대표손상을 선정하였으며, 초음파속도를 이용하여 균열깊이 측정을 실시하였다.

【표 1.2.9】 균열깊이 측정결과

시험위치		균열폭 (mm)	전달거리 (mm)	초음파 전달시간 ($\times 10^{-6}$ sec)		균열깊이 (mm)	피복두께 (mm)	비고
				전전부 (To)	균열부 (Tc)			
라이닝	5S 천단부	0.3	100	26.2	29.6	26.0	55.0	

균열깊이 측정결과, 측정 대상 균열심도가 최소 피복두께까지 진행되지는 않은 것으로 확인되어 균열로 인한 구조물의 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다.

1.2.6 현장시험 결과 요약

【표 1.2.10】 현장시험 결과 요약

시험명	시 험 위 치		시 험 결 과				비 고
비파괴 강도 (MPa)	부재	시험종류	추정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)		
	라이닝	반발경도법	24.1~27.0	24.0	100.4~112.5		
		초음파속도법	24.8~31.7		103.3~132.0		
	검토의견		■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따 른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨				
철근탐사 (mm)	부재	철근종류	측정치		설계치		
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
	라이닝	주철근	123.0~127.0	51.0~58.0	125.0	50.0	
		배력철근	192.0~208.0	54.0~59.0	200.0	50.0	
	검토의견		■ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계치과 근사함				
탄산화 잔여깊이 (mm)	부재	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	평가	잔존수명	
	라이닝	2.0~7.0	51.0~58.0	47.5~56.0	a	630~8,400	
	검토의견		■ 탄산화 잔여깊이가 30mm이상인 “a” 로 평가되며, 탄산 화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨				
염화물 함유량	부재	Cl ⁻ (%)		Cl ⁻ (kg/㎡)		평가	
	라이닝	0.0006~0.0038		0.013~0.086		a	
	검토의견		■ 염화물에 의한 부식이 발생할 우려가 없는 상태인 “a” 로 평가됨				
균열 깊이	부재	균열폭		균열깊이		피복두께	
	라이닝	0.3		26.0		55.0	
	검토의견		■ 균열깊이가 최소 피복두께까지 진행되지 않은 것으로 확인 되어 균열로 인한 내구성 저하는 없는 것으로 판단됨				

1.2.7 기 점검('13년)결과 비교

【표 1.2.11】 현장시험 기 점검('13년)결과 비교

시험명	시 험 위 치		시 험 결 과			비 고
비파괴 강도 (MPa)	시험종류	부재	'13년 정밀점검	금회('15년) 정밀안전진단	설계기준강도	
	반발경도법	라이닝	24.8~28.6	24.1~27.0	24.0	
	검토의견		■ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨 ■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨			
탄산화 잔여깊이 (mm)	부재		'13년 정밀점검	금회('15년) 정밀안전진단	평가	
	라이닝		46.0~47.0	47.5~56.0	a	
	검토의견		■ 탄산화 잔여깊이가 30mm이상인 “a” 로 평가되어, 탄산화로 인한 철근의 부식환경은 없는 상태로 평가됨 ■ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단됨.			

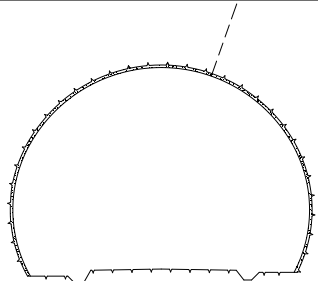
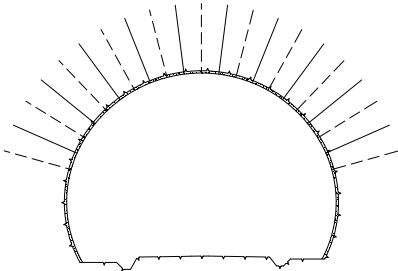
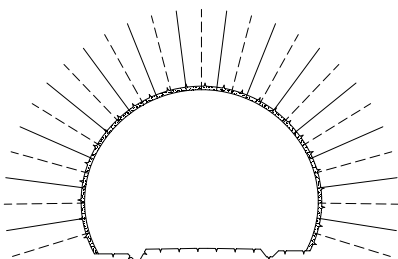
1.3 G.P.R 탐사 결과

GPR탐사 결과와 준공 도서를 비교 분석하여 시공의 적정성 여부를 판단하였으며, 콘크리트 라이닝 배면 공동 두께 및 범위를 추정하여 향후 보수 대책공법 적용시 참고 자료로 활용하였다.

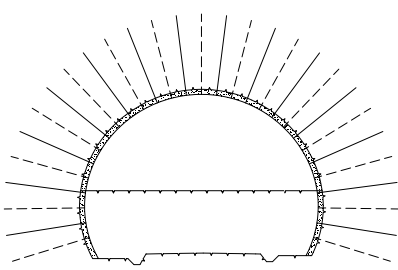
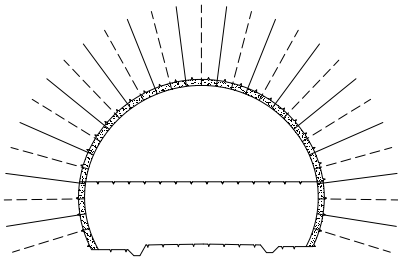
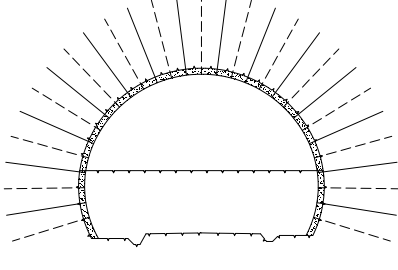
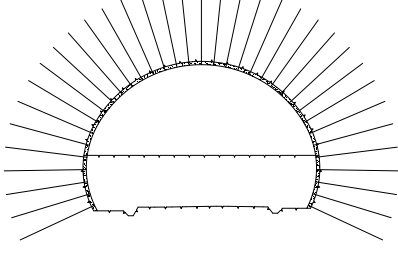
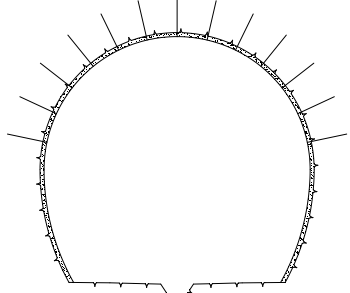
1.3.1 준공도면 검토

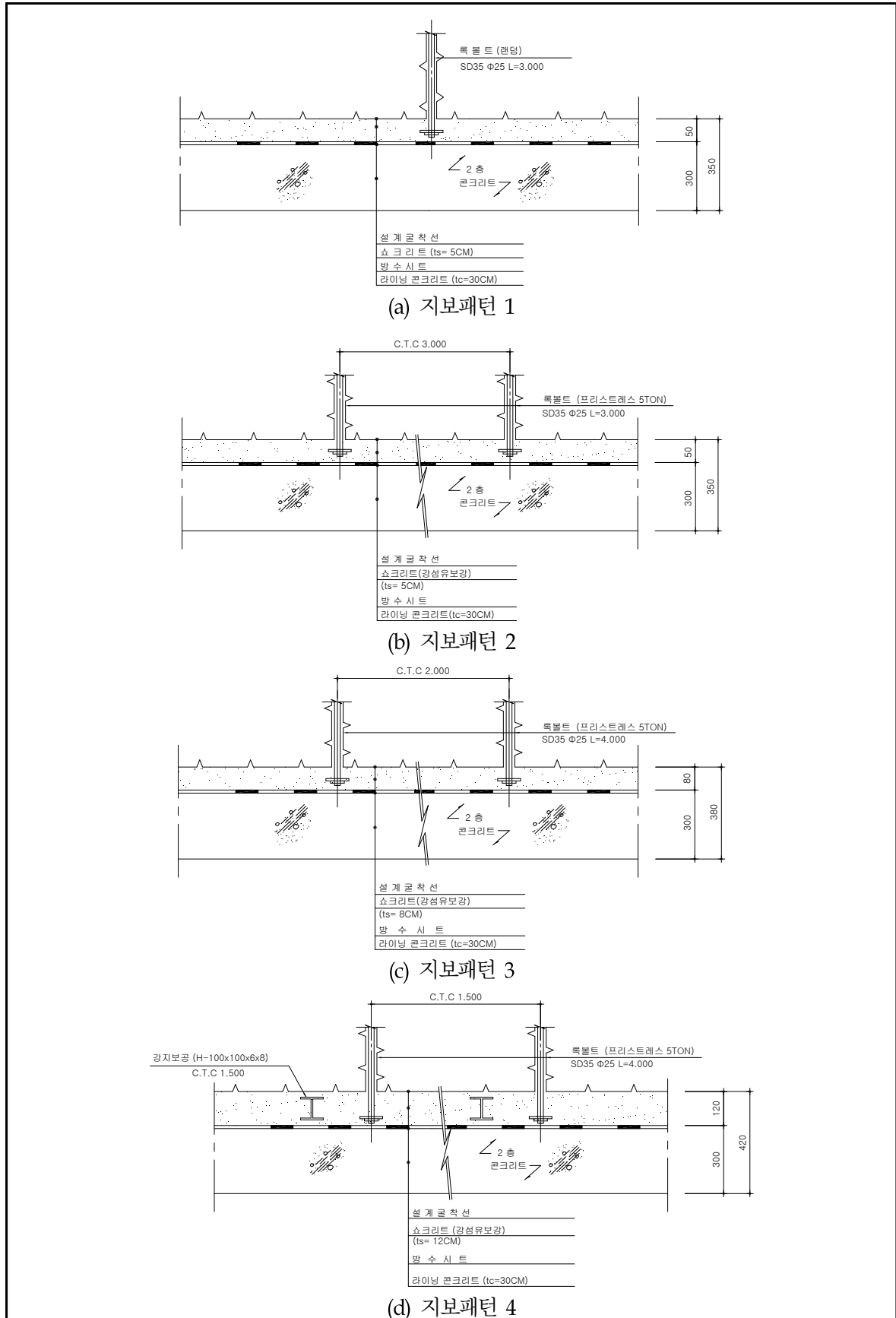
본 터널은 상·하행선이 구간별로 동일한 공법으로 시공하였다. 준공도면에서 표준지보공 패턴을 살펴보면 비상주차대 및 피난연결통로를 제외한 총 6가지 형태로 지보패턴 1~6으로 시공되었으며, 라이닝 설계두께는 비상주차대가 400mm, 그 외의 구간은 300mm으로 시공되었다. 각 패턴의 강지보공과 락볼트는 동일한 규격을 사용하였으며 숏크리트 라이닝 내부에 설치되어 있는 강지보공의 규격은 H-100×100×6×8, 락볼트의 규격은 35× ϕ 25로 시공되었다. 강지보공은 지보패턴 4~6 구간에서 0.6~1.5m 간격으로 설치되어 있다.

【표 1.3.1】 표준지보공 패턴

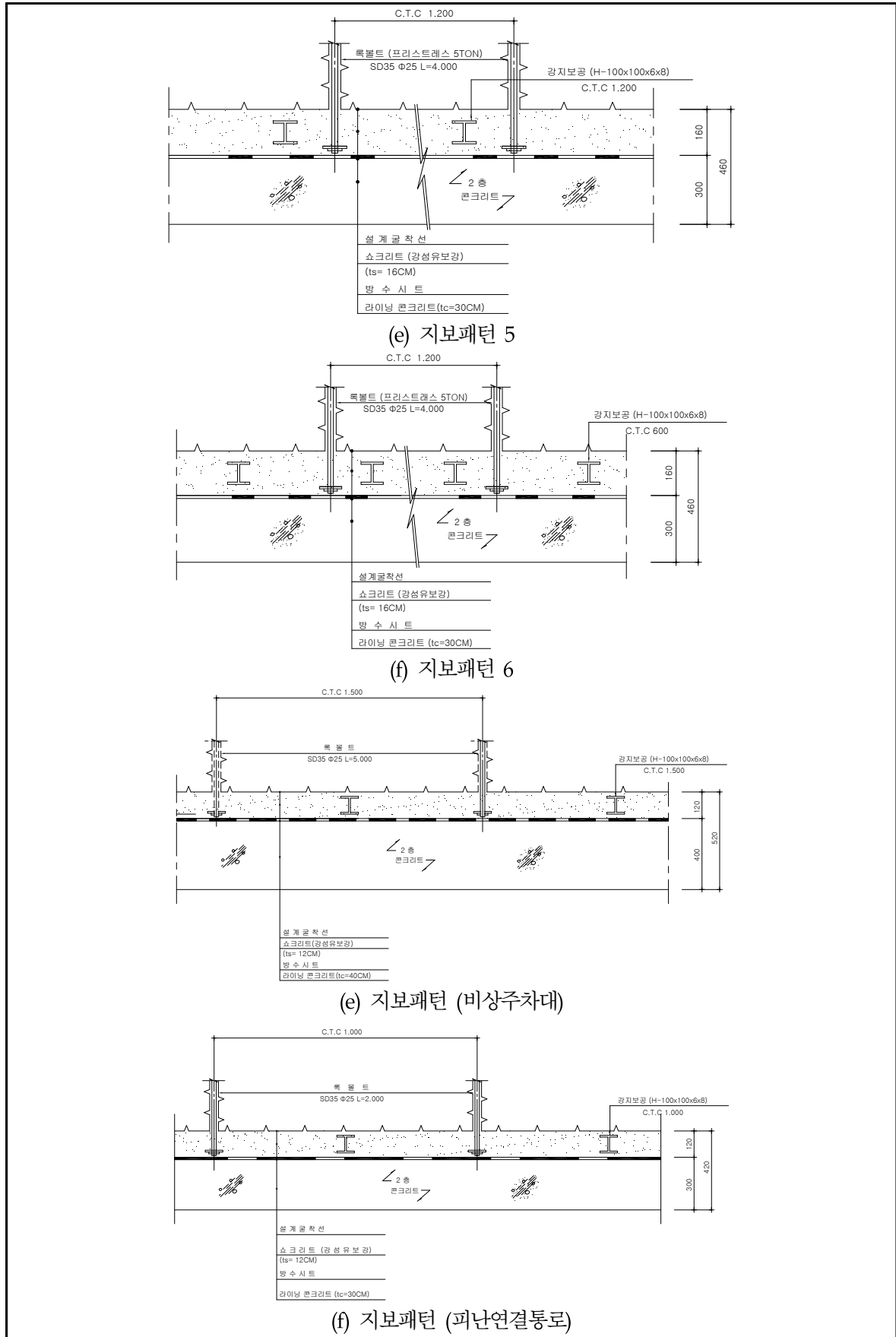
구 분	내 용	개 요 도
지보패턴 1	라이닝 두께 300mm	
	무지보공	
	락볼트 3.0m(Radom)	
지보패턴 2	라이닝 두께 300mm	
	무지보공	
	락볼트 3.0m(CTC 3.0m/1.5m)	
지보패턴 3	라이닝 두께 300mm	
	무지보공	
	락볼트 4.0m(CTC 2.0m/1.5m)	

【표 1.3.1】 표준지보공 패턴 (계속)

구 분	내 용	개 요 도
지보패턴 4	라이닝 두께 300mm	
	강지보공 CTC 1.5m	
	락볼트 4.0m(CTC 1.5m/1.5m)	
지보패턴 5	라이닝 두께 300mm	
	강지보공 CTC 1.2m	
	락볼트 4.0m(CTC 1.2m/1.5m)	
지보패턴 6	라이닝 두께 300mm / 철근보강	
	강지보공 CTC 0.6m	
	락볼트 3.0m(CTC 1.5m/0.6m)	
비상주차대	라이닝 두께 400mm / 철근보강	
	강지보공 CTC 1.5m	
	락볼트 5.0m(CTC 1.5m/1.5m)	
피난연결통로	라이닝 두께 300mm / 철근보강	
	강지보공 CTC 1.0m	
	락볼트 2.0m(CTC 1.0m/1.5m)	



【그림 1.3.1】 표준지보공 패턴도



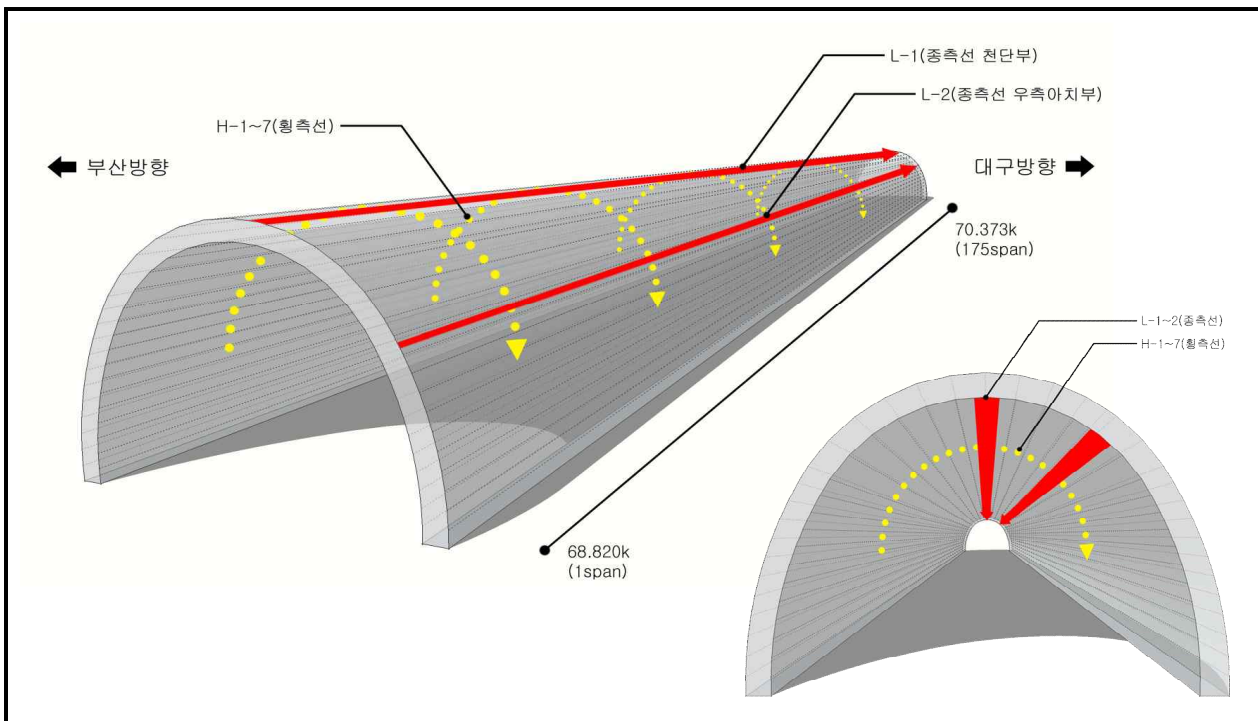
【그림 1.3.1】 표준지보공 패턴도(계속)

1.3.2 탐사측선 선정 및 연장

청도2터널 대구방향 종측선은 천단부와 우측어깨부를 탐사하였고, 횡방향 탐사는 약 200m간격으로 7개소씩 탐사를 실시하여 신뢰도를 높였다.

【표 1.3.2】 탐사측선 현황

구 분		측 선	위 치(sta.)	Span	측정부재	탐사심도	비고
청도2터널 (대구)	종측선	L 1	68.820K ~ 70.373K	1~175	중앙천단부	1.0 M	
		L 2	68.820K ~ 70.373K	1~175	우측어깨부	1.0 M	
	횡측선	H 1	68.903K	11	좌측→우측	1.0 M	
		H 2	69.575K	86	좌측→우측	1.0 M	
		H 3	69.754K	106	좌측→우측	1.0 M	
		H 4	69.915K	124	좌측→우측	1.0 M	
		H 5	70.113K	146	좌측→우측	1.0 M	
		H 6	70.250K	161	좌측→우측	1.0 M	
		H 7	70.365K	174	좌측→우측	1.0 M	



【그림 1.3.2】 GPR 탐사 측선도

1.3.3 콘크리트 라이닝 두께

콘크리트 라이닝 설계두께는 비상주차대 구간이 400mm이고, 그 외의 구간은 300mm으로 시공되어 있다. 개착 구간 및 철근보강구간에는 대부분의 신호가 철근에서 반사되기 때문에 철근 배면의 상태를 확인하기 어려우므로 철근구간에서의 라이닝 두께는 제외하고 분석하였다.

라이닝 두께부족은 터널 표준시방서 3.3.2항에 의하면 “설계두께의 1/3 혹은 100mm중 작은 값을 초과하지 않는 범위 내에서 시공오차를 허용한다.” 라고 언급되어 있기 때문에 금회 탐사결과를 이용하여 라이닝 두께에 대한 평가시 설계두께보다 1/3 작은값(100mm)를 적용하였다. 따라서, 설계두께 300mm보다 100mm작은 값인 200mm를 기준으로 라이닝 두께를 비교·분석하였다.

· GPR탐사 자료를 분석한 결과, 천단부의 라이닝 두께 범위는 190~390mm, 우측어깨부의 라이닝 두께 범위는 190~410mm, 횡측선의 라이닝 두께 범위는 270~340mm 로 측정되었다.

· 국부적으로 발생한 라이닝 두께부족 구간을 제외하면 전반적으로 허용치(200mm)를 만족하는 양호한 상태로 탐사되었다.

· 라이닝 두께부족 구간은 전체 연장과 비교하여 백분율로 나타내면 천단부와 우측어깨부에서 각각 0.1%(천단부), 0.13%(우측어깨부) 정도로 탐사되어 부족구간은 비교적 적은 것으로 확인되었다. 취득한 데이터는 분석하여 탐사자료(부록)에 첨부하였으며, 콘크리트 라이닝 두께 현황과 세부적인 구간은 아래 표에 나타내었다.

【표 1.3.3】 콘크리트 라이닝 두께 요약

구분		라이닝 두께(mm)			비고
		측정치	설계치	허용치	
종측선	천단부	190 ~ 390	300	200	
	우측어깨부	190 ~ 410			
횡측선		270 ~ 340			

【표 1.3.4】 라이닝 두께부족 요약

구분		두께부족구간	탐사연장대비 백분율	
		합계(m)	탐사연장(m)	백분율(%)
종측선	천단부	1.5	1,553	0.10
	우측어깨부	2.0	1,553	0.13
횡측선		-	41	0.00
합계		3.5	3,147	0.11

【표 1.3.5】 구간별 라이닝 현황

측정 LINE	관리이정 (부산기점)	Span	설계치(mm)	측정치(mm)		지보패턴	비 고
			라이닝 두께	라이닝 두께 분포		타입	
				천단부	우측어깨부		
청도2터널 (대구) 중측선	68.828 ~ 68.859	1~5	300	-	-	개착	1~13 개착구간 14~15 철근보강 23,39,55, 71,88 Jet-Fan 89~91 비상주차대 103 Jet-Fan 172~175 철근보강 175 쟁문
	68.859 ~ 68.899	6~10	300	-	-	개착	
	68.899 ~ 68.942	11~15	300	-	-	개착,6	
	68.942 ~ 68.987	16~20	300	200~320	220~320	5,4	
	68.987 ~ 69.032	21~25	300	220~290	270~310	4	
	69.032 ~ 69.077	26~30	300	230~360	220~370	4,3	
	69.077 ~ 69.122	31~35	300	260~380	210~410	3,2	
	69.122 ~ 69.167	36~40	300	220~330	250~360	2	
	69.167 ~ 69.212	41~45	300	240~340	260~370	2	
	69.212 ~ 69.257	46~50	300	220~310	280~340	2	
	69.257 ~ 69.302	51~55	300	210~270	220~360	2	
	69.302 ~ 69.347	56~60	300	220~360	270~320	2	
	69.347 ~ 69.392	61~65	300	200~330	240~320	2	
	69.392 ~ 69.437	66~70	300	230~320	290~340	2	
	69.437 ~ 69.482	71~75	300	230~330	220~320	2	
	69.482 ~ 69.527	76~80	300	190~360	210~320	2	
	69.527 ~ 69.571	81~85	300	220~360	220~320	2	
	69.571 ~ 69.617	86~90	300	210~380	230~290	2	
	69.617 ~ 69.661	91~95	300	220~350	190~340	2	
	69.661 ~ 69.704	96~100	300	220~310	270~340	2	
	69.704 ~ 69.749	101~105	300	230~300	220~280	2	
	69.749 ~ 69.794	106~110	300	220~390	210~320	2	
	69.794 ~ 69.839	111~115	300	210~340	240~320	2	
	69.839 ~ 69.884	116~120	300	220~310	230~350	2	
	69.884 ~ 69.929	121~125	300	210~340	220~320	2	
	69.929 ~ 69.974	126~130	300	210~330	220~340	2	
	69.974 ~ 70.019	131~135	300	210~320	220~280	2	
	70.019 ~ 70.064	136~140	300	240~320	200~290	2	
	70.064 ~ 70.109	141~145	300	220~300	220~340	2	
	70.109 ~ 70.154	146~150	300	220~320	210~340	2	
	70.154 ~ 70.200	151~155	300	210~340	220~370	2	
	70.200 ~ 70.245	156~160	300	210~350	270~330	2,3	
	70.245 ~ 70.290	161~165	300	210~350	240~340	3,4	
	70.290 ~ 70.335	166~170	300	320~340	320~360	4,5-1	
	70.335 ~ 70.373	171~175	300	300~340	340~370	5-1,6-1	
청도2터널 (대구) 횡측선	68.903K	11	300	-		개착	
	69.575K	86	300	270~320		2	
	69.754K	106	300	280~320		2	
	69.915K	124	300	260~330		2	
	70.113K	146	300	280~330		2	
	70.250K	161	300	300~320		3	
	70.365K	174	300	300~340		6-1	

※ 측정심도는 유전율의 차이로 수cm의 오차가 존재함.

※ 횡측선 자료는 종방향 자료의 참고자료임.

1.3.4 라이닝 두께부족 구간

일반적으로 콘크리트라이닝의 두께 산정은 숏크리트와 콘크리트라이닝의 경계면에서 발생되는 반사파를 탐지하여 콘크리트라이닝의 두께를 분석하게 된다.

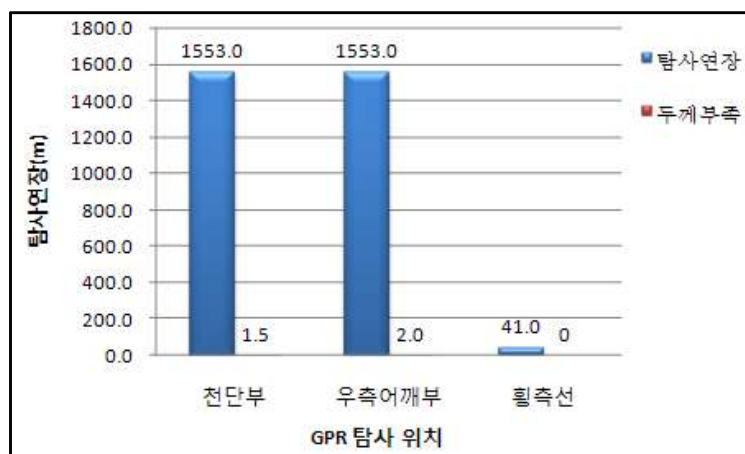
라이닝 두께부족 구간은 전체 연장과 비교하여 백분율로 나타내면 천단부와 우측어깨부에서 각각 0.1%(천단부), 0.13%(우측어깨부) 정도로 탐사되어 부족구간은 비교적 적은 것으로 확인되었다.

탐사된 이상신호의 심도 및 형상으로 보아 대부분 콘크리트 라이닝 과 숏크리트 사이의 경계부에서 발생한 들뜸현상으로 추정되나, NATM 터널의 시공적 특성 및 탐사된 이상신호의 연장이 비교적 적은 것을 감안하면 구조물의 안전성에는 큰 영향이 없을 것으로 판단된다.

세부적인 두께부족 탐지 구간은 아래 표에 자세히 나타내었다.

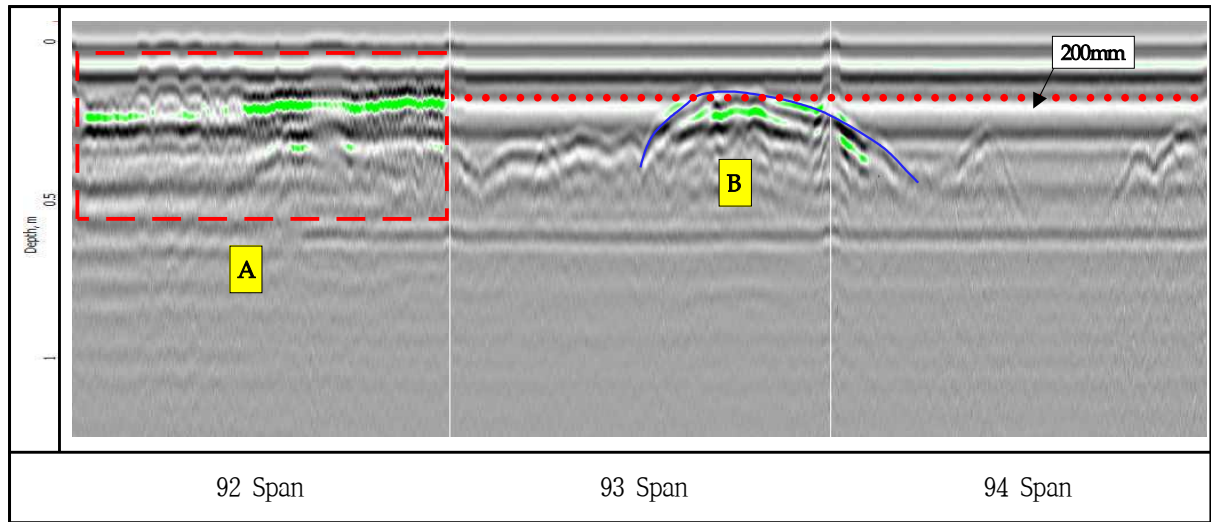
【표 1.3.6】 라이닝 두께부족 구간

구 분		두께부족구간				탐사연장대비 백분율	
		위치 (Span)	라이닝두께 (mm)	연장 (m)	합계 (m)	탐사연장 (m)	백분율 (%)
종측선	천단부	78	190	1.5	1.5	1,553	0.10
	우측어깨부	93	190	2.0	2.0	1,553	0.13
횡측선		-	-	-	-	41	0.00
합계					3.5	3,147	0.11



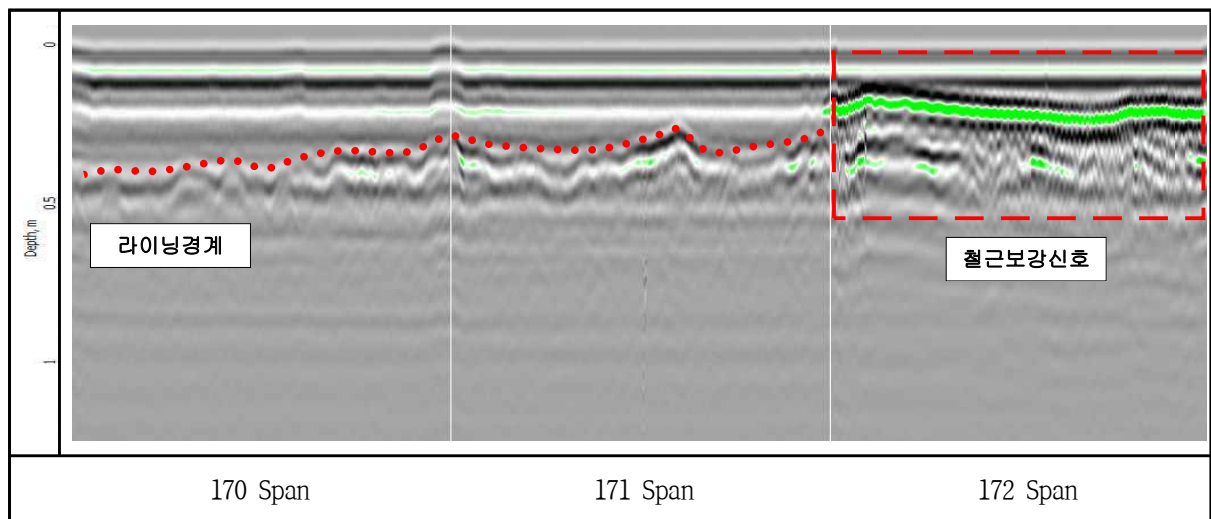
【그림 1.3.3】 라이닝 두께부족 탐지구간 현황도

【그림 1.3.4】은 대구방향 92~94 Span 구간의 천단부에 대한 GPR탐사 결과로써, A구간은 철근신호로써 비상주차대 주변 철근보강구간으로 확인되었다. B구간에서는 라이닝부족구간으로 추정되는 신호가 탐사되었으며, 탐사심도는 약 190mm정도로 탐사되었다.



【그림 1.3.4】 탐사결과예시(대구방향 92~94 Span)

【그림 1.3.5】은 대구방향 170~172 Span 구간의 천단부에 대한 GPR탐사 결과로써, 172 Span에서는 철근신호가 탐사되었으며, 대부분의 신호가 철근에서 반사되어 라이닝의 경계가 보이지 않으나, 170,171 Span 구간에서는 지보재로 보이는 신호가 탐사되어 라이닝 경계가 뚜렷히 구분이 되는 것으로 탐사되었다.



【그림 1.3.5】 탐사결과예시(대구방향 170~171 Span)

1.3.5 강지보공(Steel-Rib)

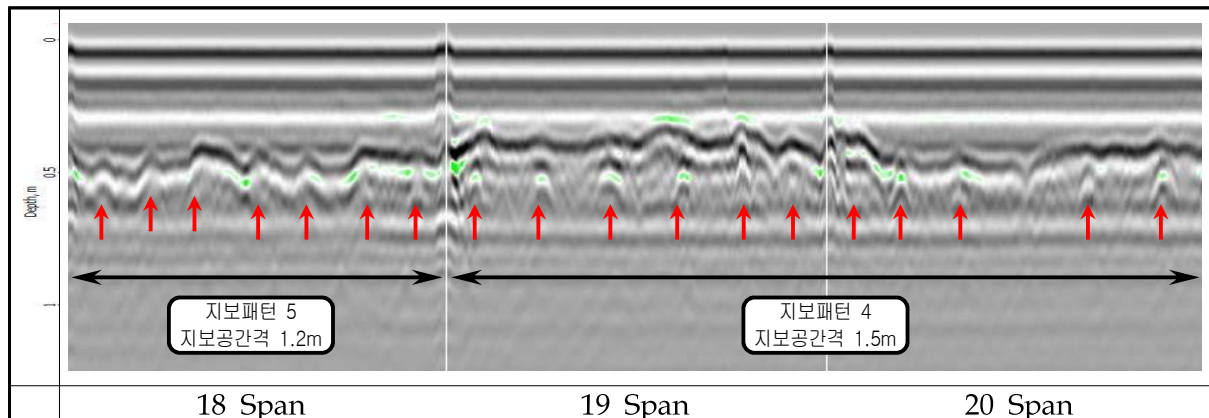
강지보공은 지보패턴4~6구간에 설치되어 있으며, 전체연장대비 강지보공이 설치된 구간은 16.2%로 나타났다. 탐사결과 강지보재는 설계도면과 비교하였을 경우 대부분 설계치를 만족하는 결과를 나타내었고, 강지보재가 탐사되지 않은 구간은 GPR 장비의 특성상 유전을 및 현장 조사여건에 따라 신호의 세기가 뚜렷하지 않은 경우 또는 철근의 간섭으로 확인이 곤란하였다.

강지보공의 탐사구간을 요약하면 다음과 같다.

【표 1.3.7】 강지보공 탐지구간

지보패턴	위치 (Span)	강지보공간격(m)		연장(m)	합계(m)	터널전체 연장대비 백분율(%)
		설계간격	탐사간격			
4, 4-1	19~26	1.5	1.5	72.0	126.0	8.1
	163~169	1.5	1.5	54.0		
5, 5-1	16~18	1.2	1.2	27.0	50.0	3.2
	169~171	1.2	1.2	23.0		
6, 6-1	14~15	0.6	-	18.1	44.9	2.9
	172~174	0.6	-	26.8		
비상주차대	89~91	1.5	-	30.1	30.1	1.9
합계					251.0	16.2

아래는 강지보공의 탐사 예시로 18~20 Span의 우측어깨부측 탐사 DATA이며, 포물선의 강한신호가 일정한 간격으로 탐사되어 강지보공의 신호가 잘 나타나있다. 18 Span은 지보패턴 5, 19~20 Span은 지보패턴 4로 확인되었으며, 각각 1.2m, 1.5m 간격으로 시공되었다.



【그림 1.3.6】 강지보공 탐사 예시

1.3.6 탐사 결과

본 터널에 대한 GPR탐사 결과를 요약하면 다음과 같다.

콘크리트 라이닝 설계두께는 비상주차대 구간이 400mm이고, 그 외의 구간은 300mm으로 시공되어 있다.

GPR탐사 자료를 분석한 결과, 천단부의 라이닝 두께 범위는 190~390mm, 우측어깨부의 라이닝 두께 범위는 190~410mm, 횡측선의 라이닝 두께 범위는 270~340mm 로 측정되었다.

국부적으로 발생한 라이닝 두께부족 구간을 제외하면 전반적으로 허용치(200mm)를 만족하는 양호한 상태로 탐사되었다.

라이닝부족 구간은 총 탐사연장 3,147m 중에 3.5m로 0.11%이며, 천단부 0.1%, 우측어깨부 0.13%로 정도로 탐사되어 부족구간은 비교적 적은 것으로 확인되었다.

탐사된 이상신호의 심도 및 형상으로 보아 대부분 콘크리트 라이닝 과 숏크리트 사이의 경계부에서 발생한 들뜸현상으로 추정되며, 이는 라이닝 콘크리트 타설시 충분한 압력으로 타설 및 충진을 하지 못하거나, 콘크리트 경화시 수축에 의한 침하가 그 원인으로 사료된다.

허나, NATM 터널의 시공적 특성 및 탐사된 이상신호의 연장이 비교적 적은 것을 감안하면 구조물의 안전성에는 큰 영향이 없을 것으로 판단된다.

강지보공의 경우, 설치된 구간중 철근보강구간을 제외한 구간에서 포물선 형태의 신호로 잘 탐사되었으며, 탐사간격은 설계도면과 유사한 간격으로 확인되었다.

취득한 GPR 데이터는 자료정리 및 분석을 실시하여 부록에 첨부하도록 하였다.

1.4 측량 결과

1.4.1 개요

금번 진단시 청도2터널(대구)의 상태를 보다 명확하게 파악할 수 있도록 무타겟 광파기를 이용하여 종단 및 단면측량을 실시하였다. 청도2터널은 준공 이후 측량자료가 없는 상태이므로 종단측량은 설계도면과 비교하여 이상 유무에 대하여 파악하였으며, 단면측량은 현재 시설한계를 만족하고 있는지 여부에 대하여 검토하였다.

1.4.2 측량 현황

종단측량은 2차로측 측벽 하단에 위치한 배수구와 포장 접합부의 시공이음부를 기준으로 각각의 Span별 종방향 측정을 실시하였다.

단면측량은 Span의 시공이음부 전면 또는 후면을 기준으로 등간격으로 측점위치를 선정(평균 40측점 내외)하여 횡단측량을 실시하였다.



【사진 1.4.1】 측량 현황

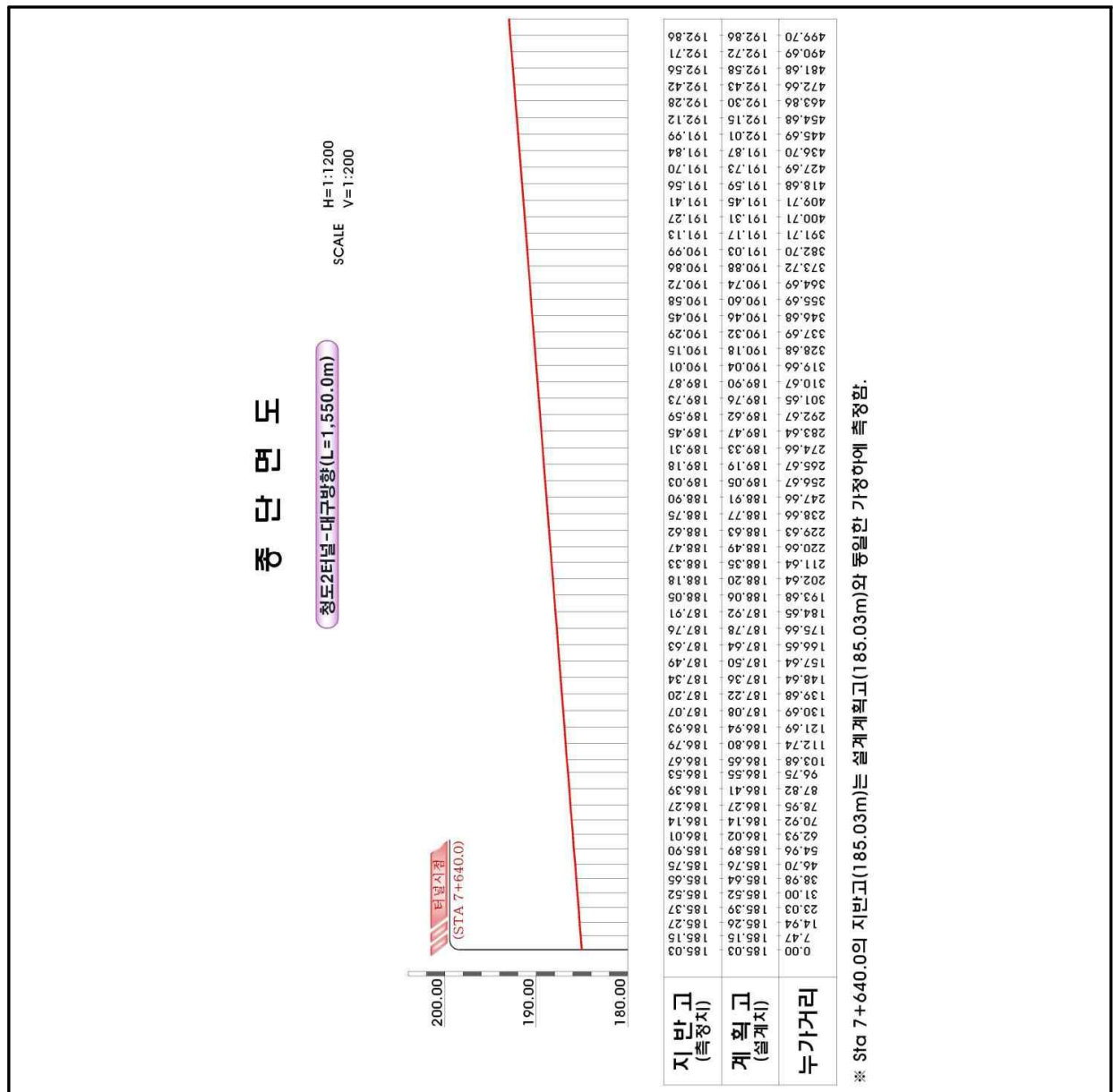
1.4.3 측량 결과 및 분석

가. 종단측량

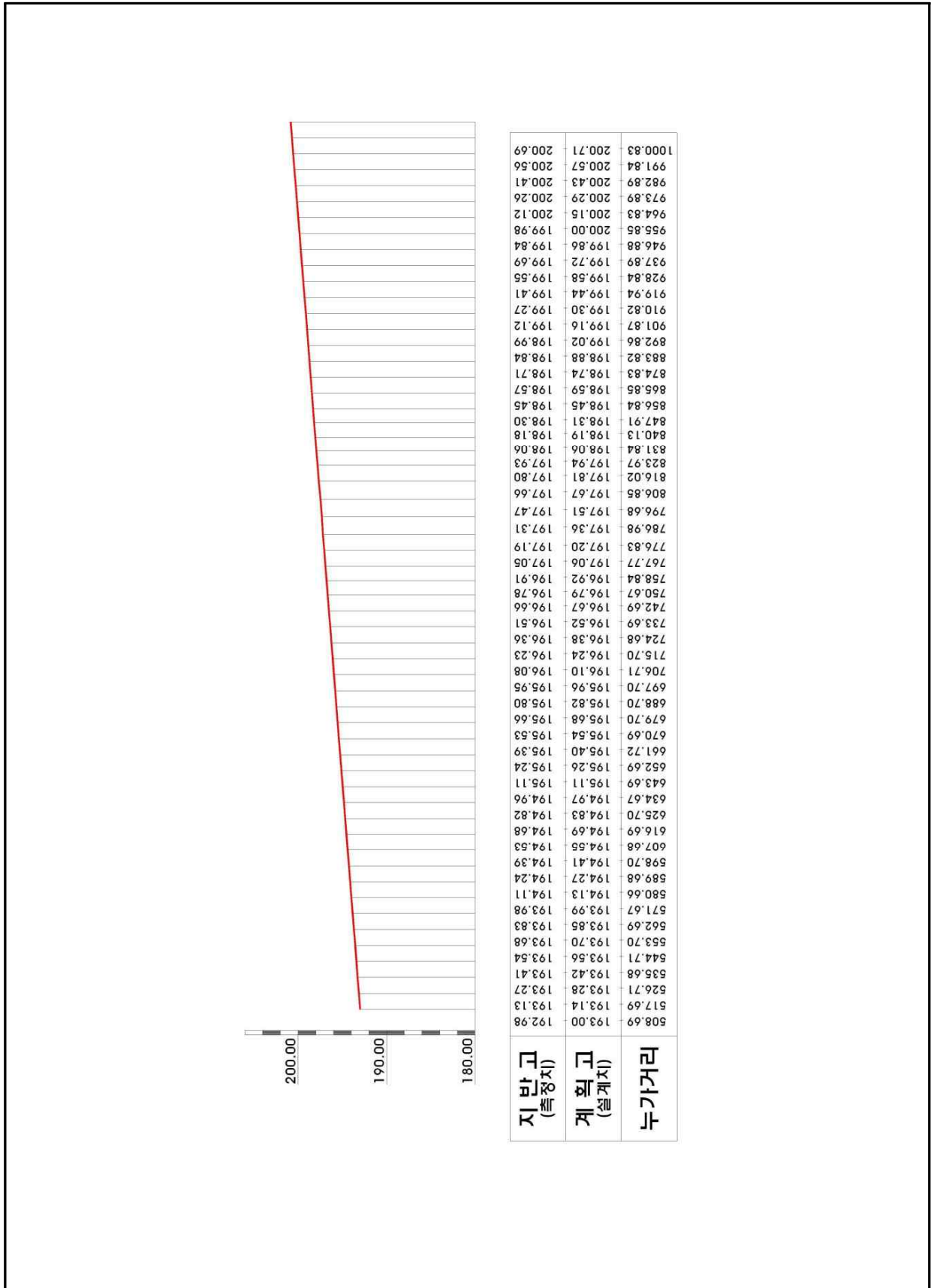
청도2터널(대구)의 설계값과 측량값은 서로 서로 유사한 것으로 확인되어, 터널의 지반침하나 단차와 같은 이상변위는 없는 것으로 판단된다.

【표 1.4.1】 종단측량 결과분석

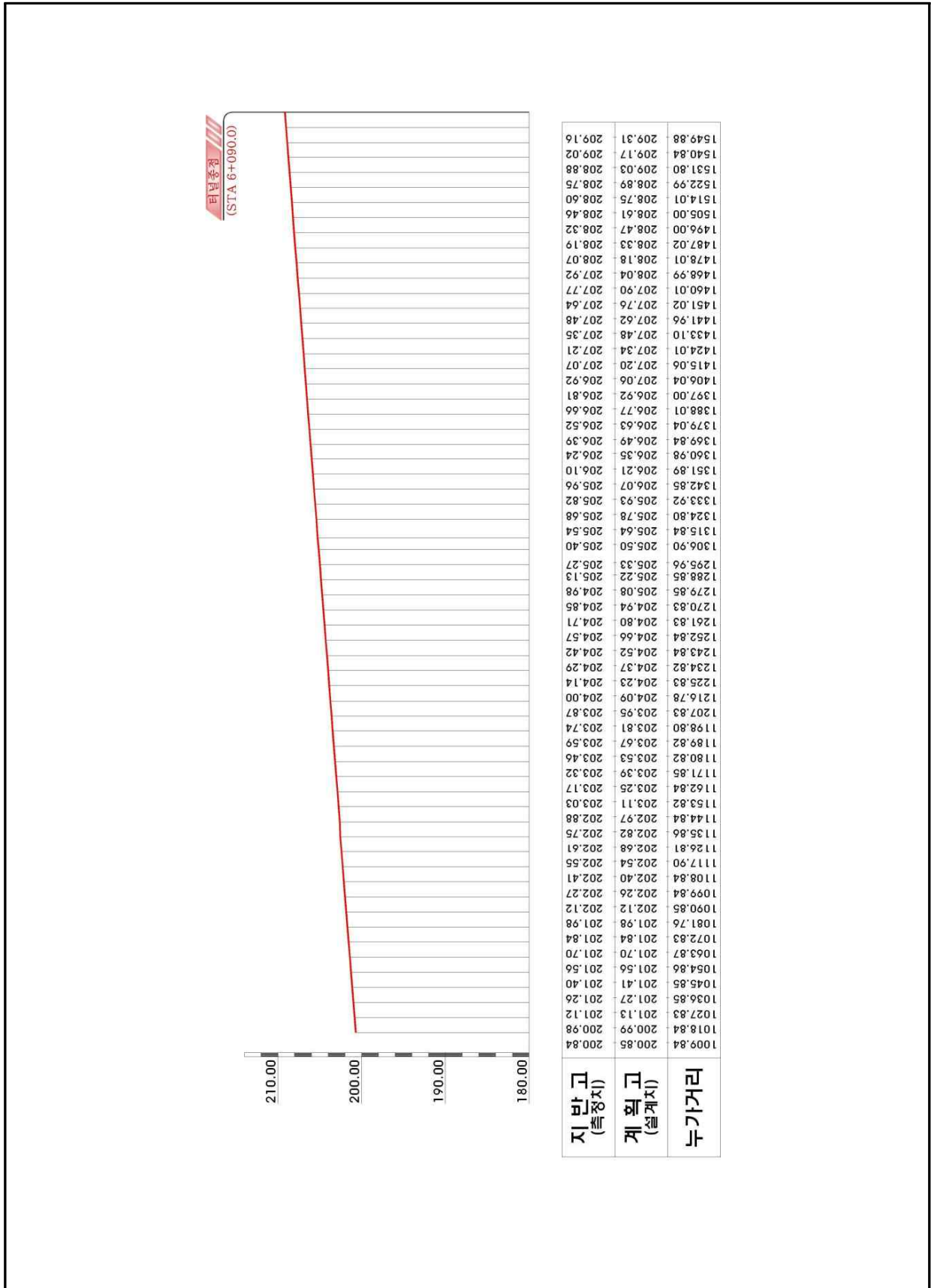
구 분	측량값	설계값	대비
종단구배	1.5560%	1.5665%	0.0105%
연장	1549.88m	1550.00m	0.12m
지반고	209.159m	209.310m	0.151m



【그림 1.4.1】 종단측량 측정결과



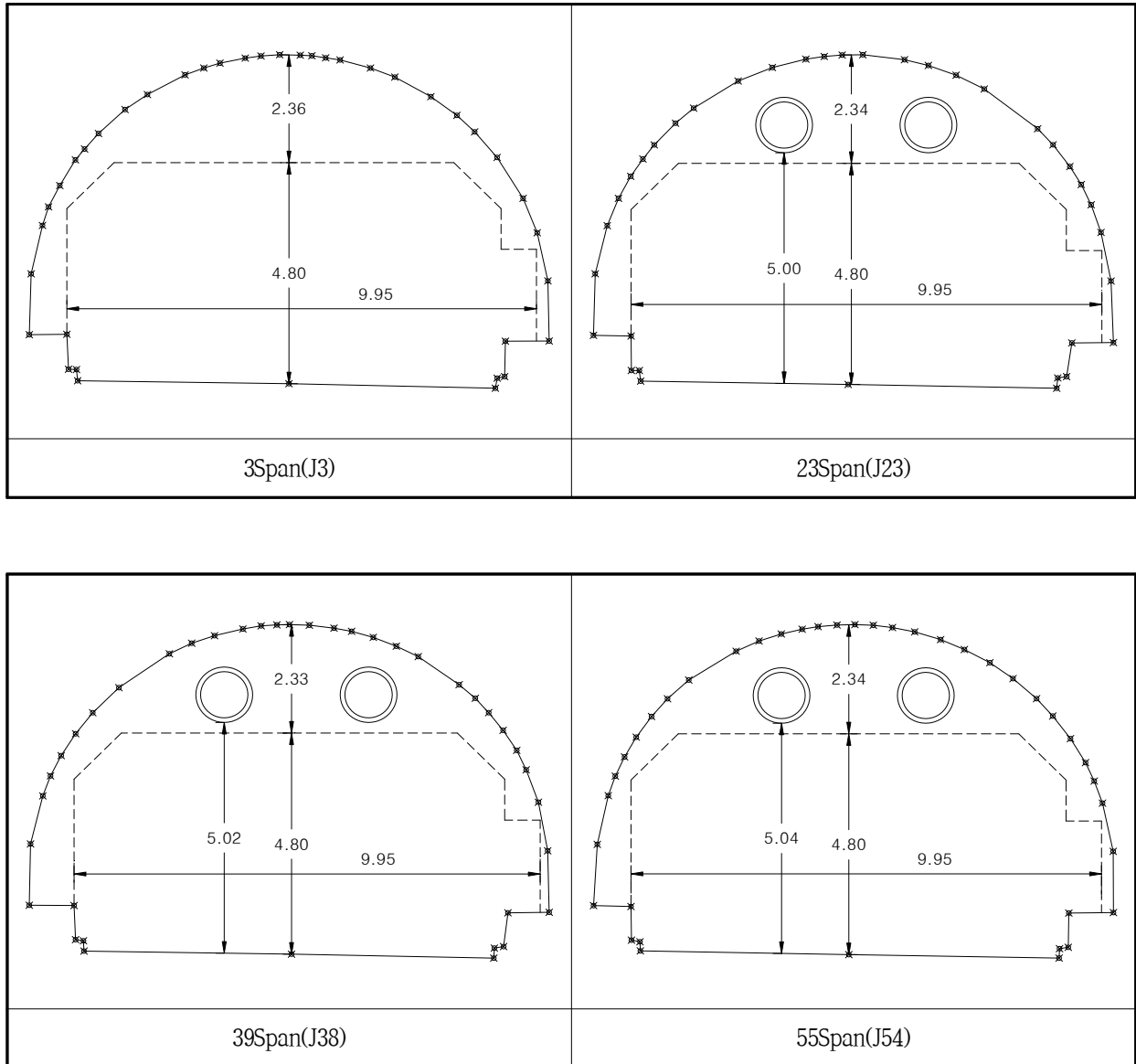
【그림 1.4.1】 종단측량 측정결과(계속)



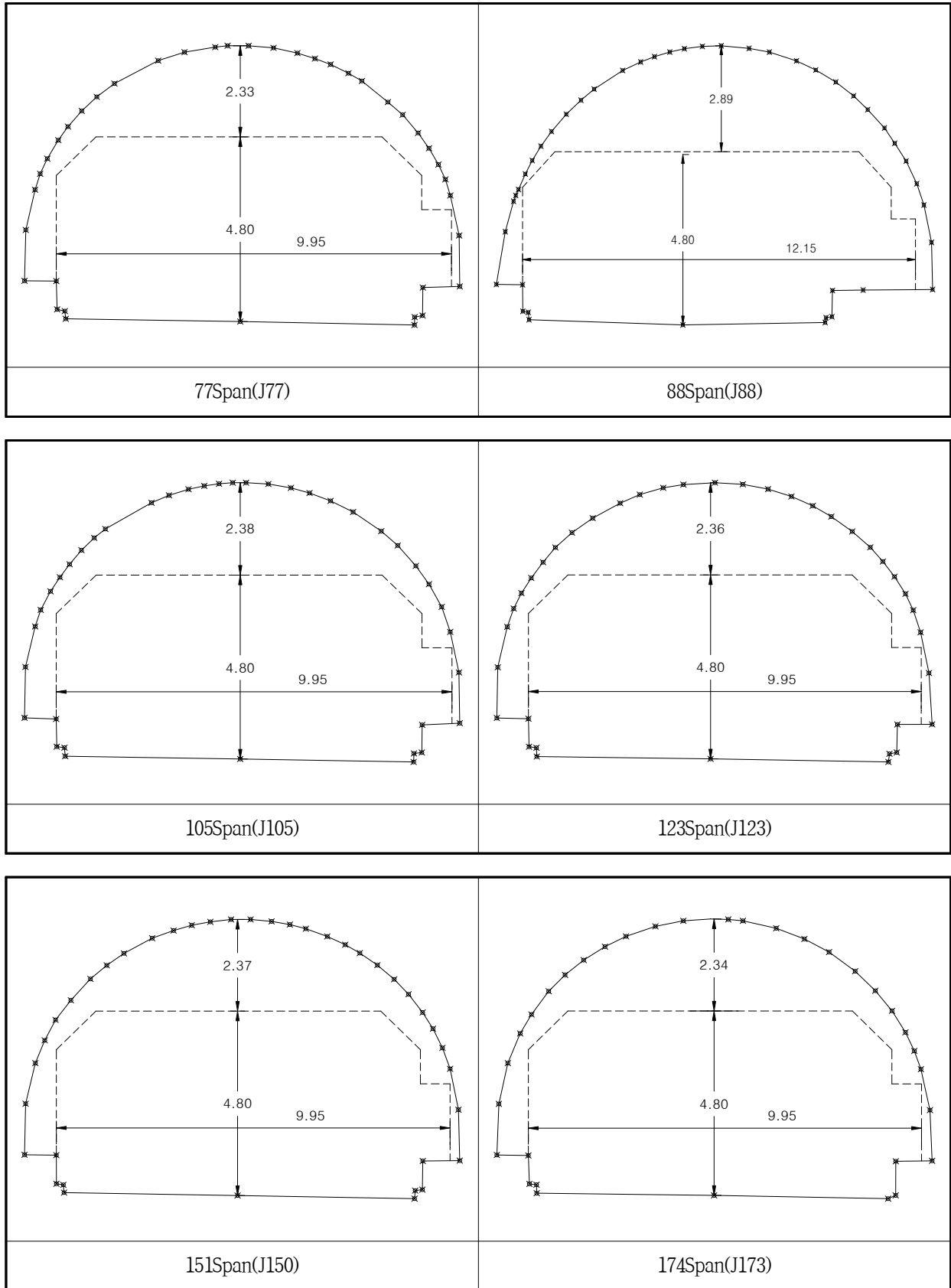
【그림 1.4.1】 종단측량 측정결과(계속)

나. 단면측량

단면측량 결과, 청도2터널(대구)은 전 단면에서 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에 따른 시설한계(높이 4.8m, 폭 9.95~12.15m)를 확보하고 있었으며, 이상변위의 발생은 없는 것으로 확인되었다.



【그림 1.4.2】 단면측량 측정결과



【그림 1.4.2】 단면측량 측정결과(계속)

1.5 내공변위 결과

1.5.1 개 요

공용중인 터널의 내공이 외적하중에 의해 시간경과에 따라 변화할 경우 단면의 변형상태, 변위속도 등을 측정하여 구조물의 안정성 판단을 위한 자료 및 유지관리의 기초자료로 활용하기 위하여 내공변위를 측정하였다. 본 과업에서는 터널 내부의 통행중인 차량을 완전통제를 할 수 없는 관계로 내공변위계를 설치할 수는 없었으며, 무타겟 광파기를 이용하여 일직선 상에 위치한 측벽부의 타일 상단부위를 측정하여 내공변위를 측정하였다.

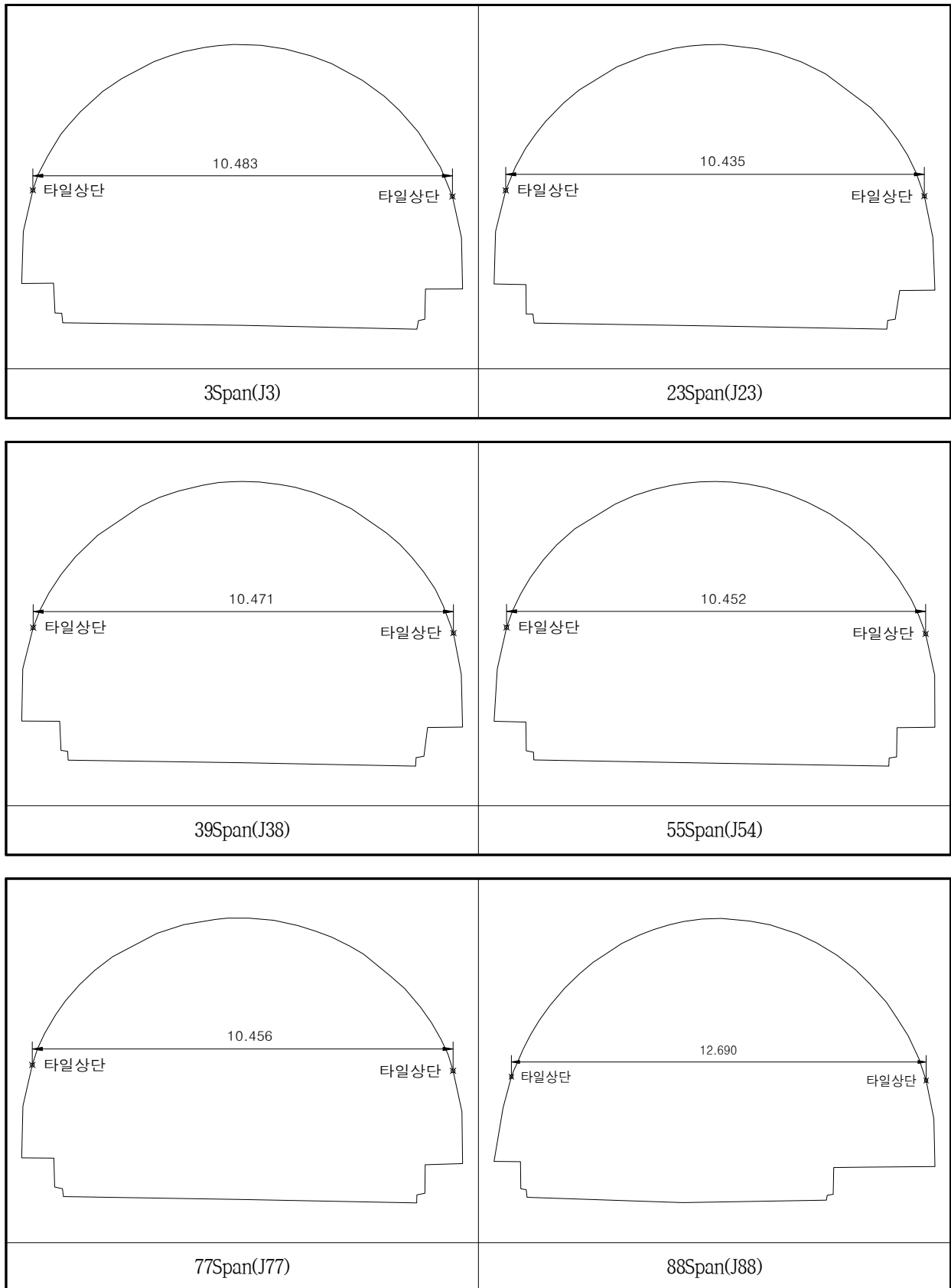
1.5.2 평가기준

준공 이후 터널의 내공변위를 측정한 결과값이 없는 상태이므로 금번 측정값은 초기치로 활용할 수 있도록 하였으며, 향후 진단시에는 3회 반복 측정치의 평균치를 계측치로 사용하고, 15일이나 30일 단위로 측정된 결과를 통해 변위의 진행성 여부(계절적인 일시적인 현상인지, 지반의 변형에 따른 장기적인 현상인지 검토)를 판단한다. 현재, 국내에는 공용중인 터널의 내공변위에 대한 판정기준은 없는 관계로 일본의 도로터널 유지관리편람(1993, 일본도로협회) 또는 도로터널점검보수안내(2001, 도로보전기술센터)의 라이닝의 변상 판정기준을 참조하여 관리하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

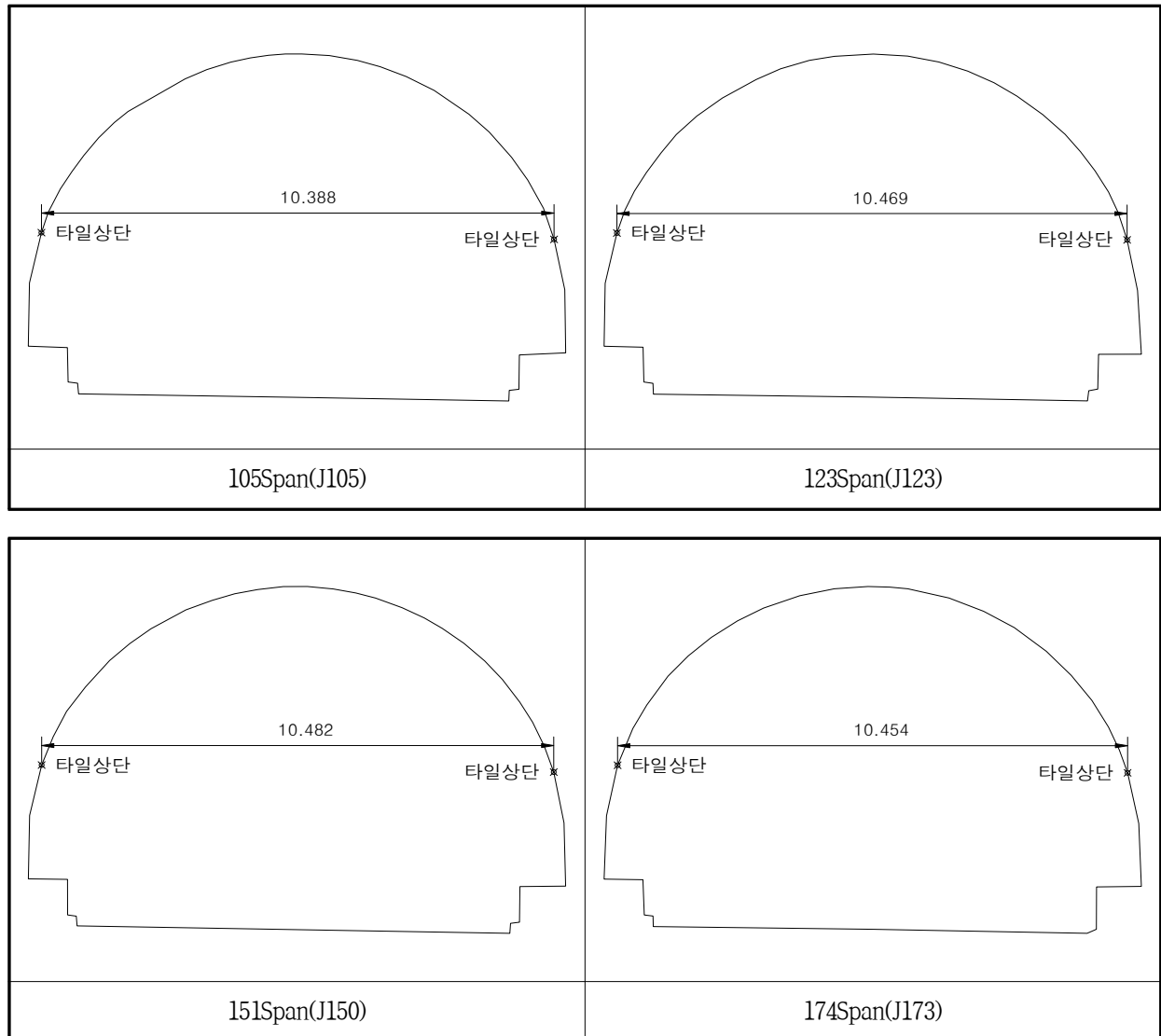
【표 1.5.1】 일본의 내공변위 판정기준

변위	도로터널 유지관리 편람	도로터널점검보수안내
1mm/year 미만	관찰	경미한 변상(관찰대상)
1 ~ 3mm/year	중점관찰 및 계획적인 대책수립	문제발생 가능성(재조사 요구)
3 ~ 10mm/year	조속한 대책수립	안전을 위한 계획적인 대책수립
10mm/year	즉시 대책수립	즉시 대책수립

1.5.3 측정 결과



【그림 1.5.1】 내공변위 측정결과(단위:m)



【그림 1.5.1】 내공변위 측정결과(단위:m)(계속)

