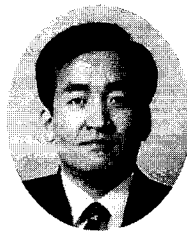
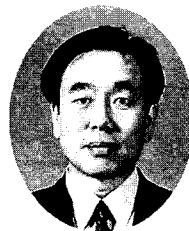


## 지하철 구조물의 중성화 현황과 재알카리화 공법에 의한 내구성 향상을 위한 보수 공사

- Carbonation Condition of Subway Structures and Rehabilitation to Increase of Durability by Re-alkalization Method -



권영진\*



유왕수\*\*



김무한\*\*\*

### 1. 서 론

콘크리트는 강재와 더불어 현대 사회의 기반을 이루는 대표적인 구조 재료로 사용되고 있으며, 콘크리트가 갖는 여러 이점 때문에 그 사용량이 증가하고 있다. 그러나, 콘크리트의 품질, 경년에 따른 성능 저하 요인의 작용 및 주변 환경 요인 등에 의해 발생하는 콘크리트 구조물의 성능 저하는 미관의 손상 및 안전성의 문제뿐만 아니라 구조물의 유지·보수 비용을 증대시키게 된다. 따라서, 구조물의 Life Cycle Management를 고려한 기획, 설계, 건설, 운용 관리 및 철거 계획의 수립이 필요하며, 콘크리트 구조물의 성능 저하 요인 분석 및 적절한 유지 관리 기술의 개발이 요구되고 있다.

최근, 해사를 사용한 아파트의 조기 성능 저하와 관련된 신문 기사에서도 지적하고 있는 바와 같이, 구조

물의 제조시 사용되는 재료의 품질 관리와 구조물의 성능 저하를 조기 평가하고 적절한 보수 공법을 조기에 적용해야만 구조물의 내구성을 확보할 수 있다.

특히, 국가 기반 시설을 이루는 토목 구조물의 경우 그 중요성은 매우 크다. 토목 구조물의 경우 대규모의 공사가 주류를 이루며 막대한 국가 재정이 투입될 뿐만 아니라 대다수 시민의 안전성 문제와 직결되기 때문에 구조물의 유지·관리는 매우 중요하다.

한편 보도된 바와 같이 콘크리트 구조물의 중성화로 인한 철근의 부식은 구조물의 내력 한계를 저하시키며, 구조적 결함을 발생시키므로 따라서, 중성화로 인해 성능 저하된 철근 콘크리트 구조물의 내구성 향상을 위한 공법의 개발 및 적용이 요구되고 있으며, 그 결과로서 중성화의 성능 저하 메커니즘에 따른 콘크리트의 재알카리화 공법은 건교부 신기술 제209호로 지정되어 교량, 항만 및 지하 구조물 등에 많이 적용되고 있다.

본고는 중성화로 성능 저하된 국내 지하철 구조물의 중성화 실태 조사를 바탕으로 철근 콘크리트 구

\* 정희원, 쌍용엔지니어링 안전기술부 이사

\*\* 미래공간(주), 대표이사

\*\*\* 정희원, 충남대 건축공학과 교수

표 1. 지하철 구조물의 중성화 현황 실태 조사 결과

구분	구조 형식	조사 구간	설계기 준강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	비파괴 (kgf/cm <sup>2</sup> )	코아 강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	중성화 깊이 (mm)	경과 년수 (년)	중성화 속도 계수	구분	구조 형식	조사 구간	설계기 준강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	비파괴 (kgf/cm <sup>2</sup> )	코아 강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	중성화 깊이 (mm)	경과 년수 (년)	중성화 속도 계수
I	BOX	SJ	210	256~361	247	15	24	3.06	II	교각	TS	240	258	315	4.35	18	1.03
	BOX	JC	210	233~334	241	15	24	3.06		교각	YS	240	282	264	2.67	18	0.63
	BOX	C	240	254.5	-	-	-	-		교각	SK	240	289	328	6.48	18	1.53
II	BOX	KG	210	250~344	314	12	18	2.83		교각	GK	240	284	375	5.47	18	1.29
	BOX	SB	210	262~351	314	12	15	3.10		교각	GS	240	298	259	10.87	18	2.56
	BOX	MS	210	255~359	218	12	15	3.10		교각	SC	240	279	294	8.83	18	2.08
	BOX	YM	210	262~351	314	12	15	3.10		슬래브	SS	240	260	305	-	-	-
	터널	WH1	210	260~330	-	-	-	-		교각	SS	210	236	313	-	-	-
	터널	WH2	210	214~340	239	-	-	-		슬래브	SG	240	249	391	-	-	-
	터널	SY	210	275~345	-	-	-	-		교각	SG	210	229	327	-	-	-
	터널	SB	210	201~327	-	-	-	-		교각	GD	210	279	251	-	-	-
	터널	AC	210	264~319	286	20	14	5.35		교각	DS	210	234	365	-	-	-
	터널	CC	210	220~280	-	-	-	-		교각	YD	210	276	321	-	-	-
	고가	GG	-	232~387	-	-	-	-		슬래브	DH	240	290	456	-	-	-
	고가	SS	-	326~391	-	-	-	-		교각	DH	210	250	287	-	-	-
	고가	GD	-	192~304	-	-	-	-	III	BOX	GH	210	229~355	218	20	13	5.55
	터널	EA1	210	277~330	250	70	14	18.71		터널	MT	210	256~318	-	-	-	-
	터널	EA2	210	277~330	330	70	14	18.71		터널	AJ1	210	97~320	216	2	13	0.55
	터널	EA3	210	277~330	250	30	14	8.02		터널	AJ2	-	-	276	2	13	0.55
	터널	EA4	210	277~330	330	30	14	8.02		터널	JM	210	189~337	-	-	-	-
터널	EA5	210	277~330	-	40	14	10.69	터널		JM	210	188~346	-	2	13	0.55	
터널	EA6	210	277~330	250	30	14	8.02	BOX		Y1	240	243	329	1	5	0.45	
터널	EA7	210	277~330	332	30	14	8.02	BOX		Y2	-	-	-	5	5	2.24	
고가	D	240	242	-	0.3	14	0.08	터널		Y3	210	207	345	3	5	1.34	
고가	D	240	242	-	1.3	14	0.35	터널		Y4	-	-	-	8	5	3.58	
고가	S	350	263	-	0.1	18	0.02	IV		BOX	MG	210	238~339	314	20	13	5.55
고가	S	350	-	-	0.3	18	0.07			BOX	SM	210	262~351	314	20	13	5.55
고가	S	180	261	-	0.3	18	0.07			BOX	HD	210	256~351	218	20	13	5.55
고가	S	180	233	300	0.2	18	0.05			BOX	SK	210	262~351	314	20	13	5.55
고가	S	-	-	-	3.9	18	0.92		터널	DD	210	180~286	260	5	13	1.39	
BOX	H	240	353	-	-	-	-		터널	G	210	223	418	6	5	2.68	
BOX	H	240	307	-	-	-	-		터널	G	210	190	-	-	-	-	
교각	HT	240	275	265	2.72	15	0.7										

조물의 보수 시공 사례를 제시함으로써 내구성 향상을 위한 유지·보수 공법의 기초적 자료 및 적합한 보수 설계 방법을 제시하고자 한 것이다.

## 2. 지하철 구조물의 중성화 현황

### 2.1 개요

본 실태 조사는 서울지역 지하철 4개선의 지하 BOX 구조물, 터널, 고가교, 교각 및 슬래브를 대상으로 한 성능 저하 실태 조사 보고서(이하 본 보고 서라함)의 결과<sup>1)</sup>를 바탕으로 하였으며, 실태 조사 결과는 <표 1>에 나타난 바와 같다.

본 보고서의 조사 방법으로는 대상 부위에 대하여 비파괴 시험을 통해 압축 강도를 추정하였으며, 코아를 채취하여 코아 압축 강도를 측정하였다. 또한 압축 강도를 측정한 코아 공시체를 할렬하여 할렬면에 1% 페놀프탈레인 용액을 분무하는 알콜용액법에 의해 중성화 깊이를 측정하였으며, 측정된 중성화 깊이를 바탕으로 기존의 제안식인 岸谷式<sup>2)</sup>에 의해 중성화 속도 계수를 산출하였다.

### 2.2 본 보고서의 실태 조사 결과

#### 2.2.1 중성화 깊이 측정 결과

<그림 1>은 본 실태 조사의 대상 구조물인 지하철 4

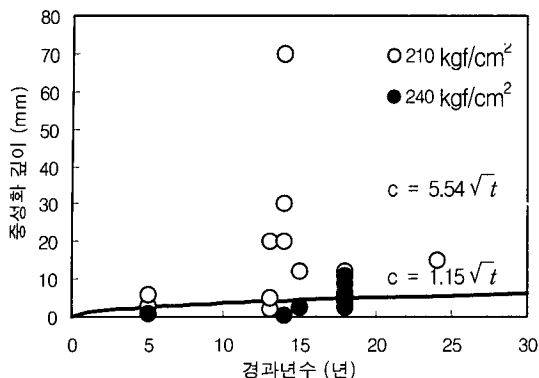


그림 1. 중성화 깊이 측정 결과

개 호선의 각 측정 부위 중 설계기준강도 210 kgf/cm<sup>2</sup> 및 240 kgf/cm<sup>2</sup> 부재의 경과연수에 따른 중성화 깊이를 나타낸 것으로서, 설계기준강도 240 kgf/cm<sup>2</sup>의 경우 경과 시간에 따라 유사한 중성화 깊이를 나타내고 있으나, 설계기준강도 210 kgf/cm<sup>2</sup>의 경우는 경과 시간에 비하여 큰 폭의 편차를 나타내고 있다. 또한 중성화 깊이는 시간의 제곱근에 비례한다는 기존의 제안식인  $c = 5.54\sqrt{t}$ 에 대하여 각각의 중성화 속도 계수는 설계기준강도 210 kgf/cm<sup>2</sup>의 경우 5.54로, 240 kgf/cm<sup>2</sup>의 경우 1.15로 나타났다.

〈그림 2〉는 부재별 중성화 깊이 측정 결과를 나타낸 것으로서 중성화 깊이는 부재에 따라 큰 차이를 나타내고 있다. 특히 터널의 경우 고가교, 교각 및 BOX 구조물에 비하여 특정 부위에 있어서 중성화 깊이가 상대적으로 크게 측정되었다. 이 결과치로부터 사용 환경 및 주변 환경에 따라 콘크리트 구조물의 중성화 진행 정도는 크게 영향을 받는 것으로 사료된다.

### 2.2.2 환경 측정 결과

〈그림 3〉은 1997년 및 1998년도 1기 지하철의 호선별 이산화탄소 농도를 나타낸 것이다. 1997년도 조사에서는 전 구간 평균 542.8 ppm/h, 1998년도 조사에서는 전 구간 평균 542 ppm/h로 나타나 모두 기준치인 1,000 ppm/h의 절반 수준인 것으로 나타났으며, 1호선이 평균 599.4 ppm/h, 648 ppm/h로 나타나 비교적 높은 이산화탄소 농도

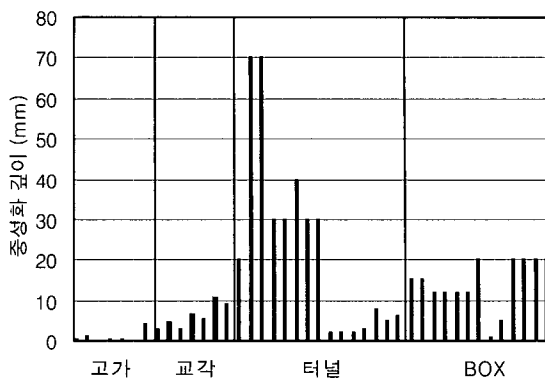


그림 2. 부재별 중성화 깊이 측정 결과

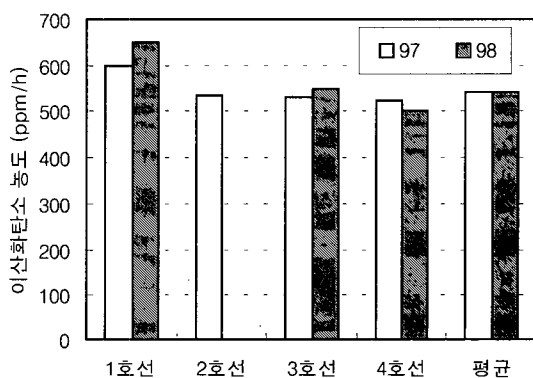


그림 3. 이산화탄소 농도 측정 결과

수준을 나타내고 있다.

이 외에도 미세 먼지, 아황산가스, 일산화탄소, 포름알데히드, 납 등의 공기 중 함유량도 호선별 차이는 있지만 대략적으로 기준치에 크게 미달하는 것으로 나타나 지하철 역사의 오염도는 우려할 만한 수준은 아닌 것으로 평가되었으나 이러한 환경 요인이 지하철 구조물에 대한 중성화를 가속화시킬 수 있는 요인이 될 수 있으므로 이에 대한 체계적인 조사가 필요한 것으로 판단된다.

### 2.2.3 염분 농도 측정 결과

각 호선별 염분량 측정 결과는 대부분의 경우 기준치인 0.3 kg/m<sup>3</sup> 이하로 측정되었으나, 일부 고가 구간에서 0.35 kg/m<sup>3</sup>로 측정되어 기준치를 초과하는 곳도 발견되었다.

한편 염분량 측정 결과는 가용성 염분량만 측정된 결과로서 전염분량을 고려할 경우에는 기준치를 초

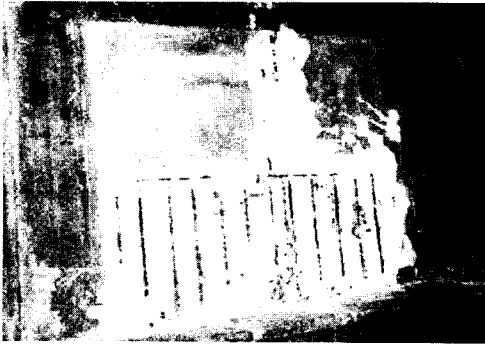


사진 1. 보수 전 철근 부식 현황

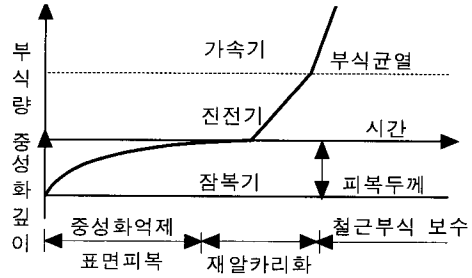


그림 4. 중성화에 따른 성능 저하 단계별 보수 공법<sup>9)</sup>

과하는 부위가 더욱 증가할 것으로 판단되므로 향후 염분량에 대한 보다 정확한 조사 및 평가가 요구된다.

mm)와 해사 사용 및 중성화의 진행에 따른 것으로 판단된다.

### 2.3 소결

지하철 구조물은 그 특성상 마감이 없는 본선부의 중성화 진행은 전술한 바와 같이 환경 요인과 지속적인 진동 및 바람으로 인해 일반 육상부에 비하여 현저히 빠를 것으로 사료되나, 현재까지 조사된 데이터만으로는 구체적인 평가를 할 수 있는 단계는 아닌 것으로 판단된다.

또한 염분량 또한 가용성 염분량 보다는 전염분량으로 평가되어야 할 것이며, 중성화 및 염해에 미치는 환경 요인과 진동 및 바람의 영향에 대한 체계적인 연구가 이루어질 수 있도록 향후 면밀한 실태 조사를 통하여 구체적인 현황 파악이 될 수 있기를 기대한다.

### 3.2 보수 설계 및 보수 공법의 개요

#### 3.2.1 중성화에 대한 재알카리화 공법의 개요

최근 외국의 경우 성능 저하된 철근 콘크리트 구조물에 대한 보수·보강 공법의 지침안을 수립하여 내구성을 확보하기 위한 연구가 활발히 진행 중이다. 일본 건축학회의 경우(〈그림 4〉 참조) 중성화가 철근 콘크리트의 표면으로부터 진행함에 따라 철근콘크리트의 성능 저하가 발생하는 단계를 구분하고 있으며, 그에 따른 적절한 보수 공법을 제안하고 있다.

### 3. 내구성 향상을 위한 보수 공사

#### 3.1 시공부의 개요

본 공사는 부산 교통공단에서 발주한 YJ-DS간 본선 구조물 보수 공사로서 중성화 및 염해로 인한 구조물의 철근 부식에 대한 대책을 보완하고자 하는 목적으로 실시되었다.

(사진 1)은 성능 저하된 피복 콘크리트를 제거한 후 노출된 철근의 발청 상태를 나타낸 것으로 수직 철근 및 수평 철근에서 철근의 적청이 관찰되었다. 철근 부식의 원인으로서는 피복 두께의 미확보(10 ~ 20

- 잠복기 : 표면 피복에 의해 외부로부터 이산화탄소의 침입을 방지함으로써 중성화의 진행을 억제하여 중성화에 따른 철근 부식을 방지한다.
- 진전기 : 중성화 깊이가 철근 위치까지 도달하면 철근이 부식되기 쉽기 때문에 표면 피복만으로는 충분한 효과를 얻기 힘들게 된다. 성능 저하 원인을 제거하는 방법으로서 재알카리화 공법이 있다.
- 가속기 : 부식 균열 발생 후, 철근의 부식 속도는 가속되며 녹에 의한 팽창압으로 피복콘크리트가 박락한다. 중성화가 진행하여 콘크리트의 부식 균열이 발생하기 쉬운 경우에는 성능이 저하된 부분을 제거하고 보수해야만 한다.

또한 이와 같이 중성화에 의한 성능 저하 단계에 따른 보수 공법은 사용 내구 연수를 고려하여 이러한 규정에 준하여 본 공사에 사용된 재알카리화 공법에 의한 보수 설계 방안은 〈표 2〉와 같다.

표 2. 시공 대상 지하철 구조물에 대한 보수 설계 방안

철근 부식 유무	철근 부식이 없는 경우		철근 부식이 있는 경우
상태도			
상태	측정치 < 0.5D	0.5D ≤ 측정치 < D	D ≤ 측정치
평가	잠복기	진전기	가속기
모식도			
시공도	시공순서도	<p>표면 열화부 제거</p> <p>고압수 세정</p> <p>알카리성 부여제 도포</p> <p>도포형 방청제 도포</p> <p>중성화 방지 페이스트 도포</p> <p>성능 저하 방지 코트 도포</p>	<p>부식 철근 부위까지 치핑</p> <p>철근의 부식 부위 제거</p> <p>고압수 세정</p> <p>알카리성 부여제 도포</p> <p>도포형 방청제 도포</p> <p>철근에 방청제 도포</p> <p>PCM 모르타르로 단면 복구</p> <p>중성화 방지 코트 도포</p> <p>성능 저하 방지 코트 도포</p>

### 3.2.2 중성화된 콘크리트의 알카리성 회복 성능에 대한 검토

중성화된 콘크리트에 알카리성 부여제를 도포함에 따른 알카리성 회복 성능을 평가하기 위하여 물시멘트비 0.35, 0.45 및 0.55의 세 수준의  $\phi 10 \times 20$  cm의 원주형 공시체를 제작한 후 촉진 중성화 시험을 실시하여 콘크리트를 중성화시켰으며, 중성화된 콘크리트 표면에 침투성 알카리성 부여제를 도포함에 따른 알카리성 회복 성능을 평가하였다.

본 실험의 플로우를 <그림 5>에 나타낸다.

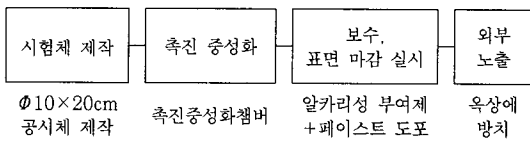


그림 5. 실험의 플로우

촉진 중성화는 온도 40℃, 습도 50%, CO<sub>2</sub> 농도 15%에서 6주간 실시하였으며, 알카리성 부여제 도포 전후, 외기 노출 재령에 있어서 1% 페놀프탈레인 용액을 분무하여 발색 여부를 조사하는 방법으로 중성화 회복 정도를 육안 관찰하였다.

<사진 2>는 알콜용액법에 의한 중성화 회복 성능을 나타낸 것으로서 촉진 중성화 직후 중성화 깊이는 물시멘트비에 따라 차이를 나타내고 있으나 알카리성 부여제를 도포한 직후의 중성화된 부위는 모두

착색되고 있어 알카리성이 회복된 것으로 나타났으며 pH meter에 의한 측정 결과는 중성화된 pH 9의 상태가 pH 11의 알칼리 상태로 회복된 것을 알 수 있었다. 또한, 외기 노출 재령 6주에 있어서도 중성화되었던 부위에서 착색되고 있어 알카리성 부여제 도포에 의해 콘크리트의 알카리성이 유지되고 있는 것으로 나타났다.

실험 결과 중성화된 콘크리트에 알카리성 부여제를 도포함으로써 콘크리트의 재알카리화가 가능하며, 재알카리화 공법을 통하여 철근 콘크리트 구조물의 내구 성능을 향상시킬 수 있을 것으로 판단하였다.

### 3.3 시공 방법

시공 방법은 <표 3>에서 제시한 바와 같이 중성화 상태 및 철근 부식부의 유무에 따라 시공 방법을 정하였다.

#### 3.3.1 전처리 공정

##### (1) 성능 저하 부위 판별

성능 저하 부위를 판별하기 위하여 적외선 탐사기에 의한 건전부 및 성능 저하 부위의 모니터링을 하였으며, 1% 페놀프탈레인 용액에 의한 중성화 깊이 측정 및 염분치를 측정 철근 부식 탐사기를 통해 철근의 발청 여부 및 정도를 평가하였다.<사진 3.4.5>

물시멘트비	촉진 중성화 시험 직후	알카리성 부여제 도포 직후	외기 노출 6주
0.35			
0.45			
0.55			

사진 2. 물시멘트비 및 알카리성 부여제 도포량에 따른 알카리성 회복 성능

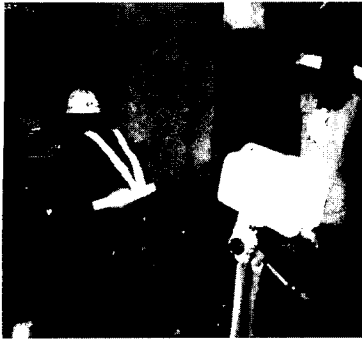


사진 3. 적외선 탐사



사진 4. 중성화 깊이 측정



사진 5. 철근 부식 탐사



사진 6. 철근 탐사



사진 7. 피복 콘크리트 제거



사진 8. 철근 녹 제거

### (2) 성능 저하부 제거

철근이 부식된 것으로 판단된 부위에 대해서는 철근 탐사기를 사용하여 철근의 위치를 파악하고, 피복 콘크리트를 제거한 후 철근을 노출시켰으며, 중성화의 진행 정도 및 철근의 발청 정도에 따라 피복 콘크리트의 제거 깊이를 선정하였다. 또한, 발청 철근에 대해서는 철근의 녹 제거를 실시하였으며, 발청 정도에 따라 그라인더 페이퍼 및 전동 와이어브러시 등을 사용하였다.〈사진 6,7,8〉

### (3) 세정 및 바탕 처리

성능 저하 정도가 경미한 경우는 피복 콘크리트의 성능 저하 부위를 제거한 후 콘크리트 표면을 면갈기로써 전처리를 실시하였으며, 고압수를 이용하여 표면에 남아있는 콘크리트 및 마감재의 잔재를 제거하였다. 세정 순서는 상부에서 하부로 하였으며, 오염수가 상부에서 흘러 하부 벽면에 부착되지 않도록 하였다. 세정 후 건조를 확인한 후 압축 공기 세척을 실시하였다.〈사진 9,10,11〉

### 3.3.2 본 공정

#### (1) 알칼리 부여제 및 도포형 방청제의 도포

먼저 작업이 끝난 후 침투성 알칼리성 부여제 도포는 바탕의 건조 상태 및 조건을 확인한 후 단면복구제 및 표면마감재의 부착 성능이 저하되지 않도록 규정량을 도포하였으며, 먼저 도포된 알칼리성 부여제의 건조를 확인한 후 재도포를 실시하였다.〈사진 12〉

방청제 도포는 알칼리성 부여제가 완전히 건조한 후 도포하였으며, 도포 방법은 알칼리성 부여제와 같은 방법으로 규정량을 도포하였다.〈사진 13〉

#### (2) 철근 부식부 처리

콘크리트 구조체와 전기 전도도 및 수증기 투과성이 동등한 방청 페이스트를 사용하여 노출시킨 철근에 균등히 도포될 수 있도록 수회에 나누어 시공하였다.〈사진 14〉

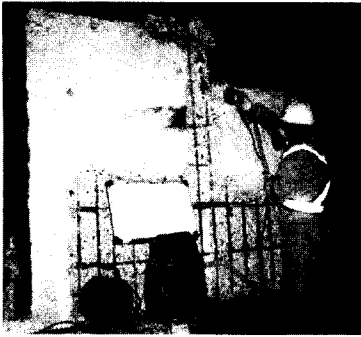


사진 9. 면갈기



사진 10. 고압수로 세척

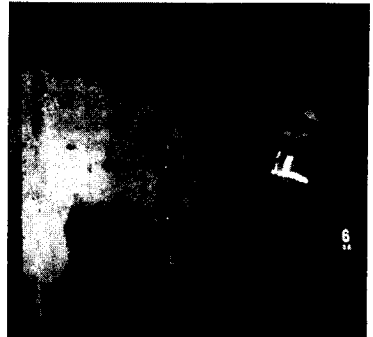


사진 11. 압축 공기로 세척



사진 12. 알카리성 부여제 도포

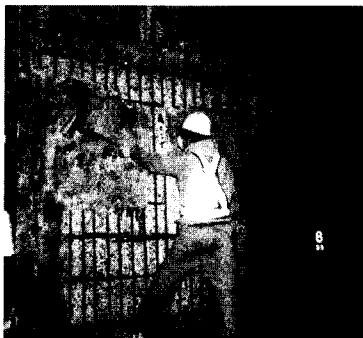


사진 13. 방청제 도포

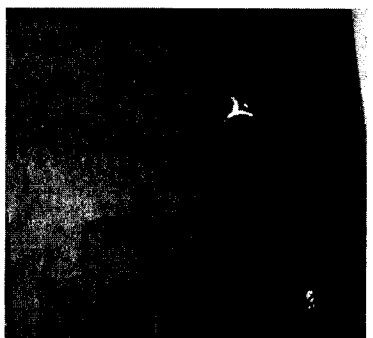


사진 14. 방청 페이스트 도포



사진 15. 단면 복구



사진 16. 중성화 방지층 형성

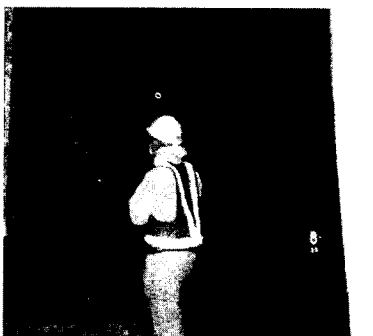


사진 17. 성능 저하 방지 코트 도포

### (3) 단면 복구 및 중성화 방지층 형성

콘크리트 구조체와 열 팽창 계수 및 탄성 계수가 동등한 PCM 모르타르를 사용하여 단면 복구를 하였으며, 시공 전면에 걸쳐 향후의 중성화 방지층을 형성할 수 있도록 바탕 조정을 한 후 성능 저하 방지 코트를 도포하였다.(사진 15,16,17)

## 4. 결론 및 향후 과제


(1) 지하철 구조물은 그 특성상 마감어 없는 본

선부의 중성화의 진행은 내부의 이산화탄소의 농도뿐만 아니라 아황산가스, 포름알데히드 등 환경 요인과 지속적인 진동 및 바람으로 인하여 일반 육상부에 비하여 현저히 빠를 것으로 예상되었으나 일부분에 국한된 데이터로 인하여 정확한 판단을 할 수 없는 상태이므로 향후 면밀한 재검토가 요망된다.

(2) 특히 염분량 또한 가용성 염분보다는 전염분



량으로 평가되어야 할 것이며 중성화 및 염해에 의한 구조물의 내구성 저하 현황을 수명예측기법에 의한 잔존 수명을 산출하여 진단 시기 및 보수 방법의 결정 등을 관리할 수 있는 유지 관리 기법의 확립이 절실한 것으로 판단된다.

- (3) 지하철 구조물에 적용된 재알칼리화 공법에 대한 시공 방법 및 공정을 소개하였으나 그 성능에 대한 체계적인 현장 검증 시험 등이 장기적으로 시행됨으로써 정확한 성능 평가가 이루어져야 할 것이다.
- (4) 향후 구조물의 성능 저하 원인 및 진단 단계와 더불어 회복 목표 수준에 따라 보수 공법이 결정되어야 하겠으며 이러한 보수 공법의 결정을 위한 보수 공법의 평가 기준의 설정이 향후의 중요 과제로 판단된다. 

## 참고문헌

1. 지하철 건설본부, "지하철구조물 내구성확보를 위한 연구용역 보고서", 1999.
2. 岸谷孝一、西澤紀昭, 中性化, 技報堂出版, 1986.
3. 日本建築學會, "鐵筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針(案)・同解説", 日本建築學會, 1997.
4. 김무한외, "침투성 알칼리성 부여제의 개요와 활용기술", 한국콘크리트학회 논문집, 제8권, 5호, 별쇄본, pp52~60, 96.10, 한국콘크리트학회.
5. 伊部博, "塗布含浸材及びポリマーセメントモルタルの中性化抑制効果", セメント・コンクリート論文集, No.49, pp874~879, 95.12, セメント・コンクリート學會.
6. 園田耕作外, "防錆劑塗布工法による既存RC構造物の鐵筋腐食抑制に関する研究", 日本建築學會大會學術講演梗概集, pp.225~226, 91.10, 日本建築學會.
7. 小林一輔外, "炭酸化研究委員會報告書", 日本コンクリート工學協會, 1993.
8. 防食研究委員會, "中性化したコンクリート構造物の補修技術-技術の現状", 日本コンクリート工學協會, 1989.
9. 김무한, 권영진 외, "중성화 및 염해를 입은 콘크리트 구조물의 보수시공기술", 한국콘크리트학회 봄학술발표회 논문집 제 8권 1호, 1996. 5 pp. 414~417.