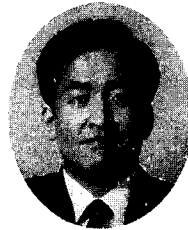


일본의 성능 저하된 콘크리트 구조물에 대한 보수 실시 여부 및 보수 공법 선정 방법

- The Selection and Execution Methods of Repair for the Deteriorated Concrete Structures in Japan -



권영진*



김무한**

1. 서 론

콘크리트 구조물에 대한 안전 진단 및 보수 보강 분야에 종사하는 사람이라면 누구나 성능 저하된 구조물에 대한 보수 실시 여부의 결정과 아울러 보수 공법을 선정함에 따른 그 기준의 모호성에 대하여 고민을 해보지 않은 사람이 없을 정도로 아직까지 국내에서 이 분야는 정립이 안된 분야임에는 틀림이 없다.

따라서, 본고에서는 일본의 성능 저하된 콘크리트 구조물에 대한 진단 결과를 바탕으로 보수 실시 여부와 보수 공법을 선정하는 방법에 대하여 일본콘크리트 공학협회의 방식연구위원회의 자료¹⁾를 정리해봄으로써 향후 국내의 시설물 유지 관리 부문에서의 이러한 분야에 대한 정책 결정을 위한 참고 자료를 제시하고자 한다.

* 정회원, 쌍용엔지니어링(주) 안전기술부 이사
** 정회원, 충남대학교 건축공학과 교수

2. 일본의 보수 실시 여부 및 공법 선정 방법

2.1 개요

일본에서 시행되고 있는 성능 저하된 구조물에 대한 조사부터 보수 공법 선정까지의 일반적인 방법은 <그림 1>과 같다.

- ① 정기 점검등에 의해 성능 저하된 구조물(부재)을 지정한다.
- ② 표준 조사등에 의해 성능 저하 원인, 성능 저하 정도 및 환경 조건 등을 파악한다. 환경 조건으로는 하중 조건, 온·습도 조건, 입지 조건(해안으로부터의 거리 등) 등이 포함된다. 또한, 염해를 대상으로 한 경우에는 구역을 구분한다.
- ③ ②의 정보와 해당 구조물의 요구 기능을 비교하여 보수의 여부에 따른 기술적인 수준을 검토한다.
- ④ 보수에 의해 어느 정도 기능이 회복되는가를 결정한다.
- ⑤ ④에 대응하는 보수 공법이 적정한가를 검토한다.
- ⑥ 적절한 공법을 선정한다.

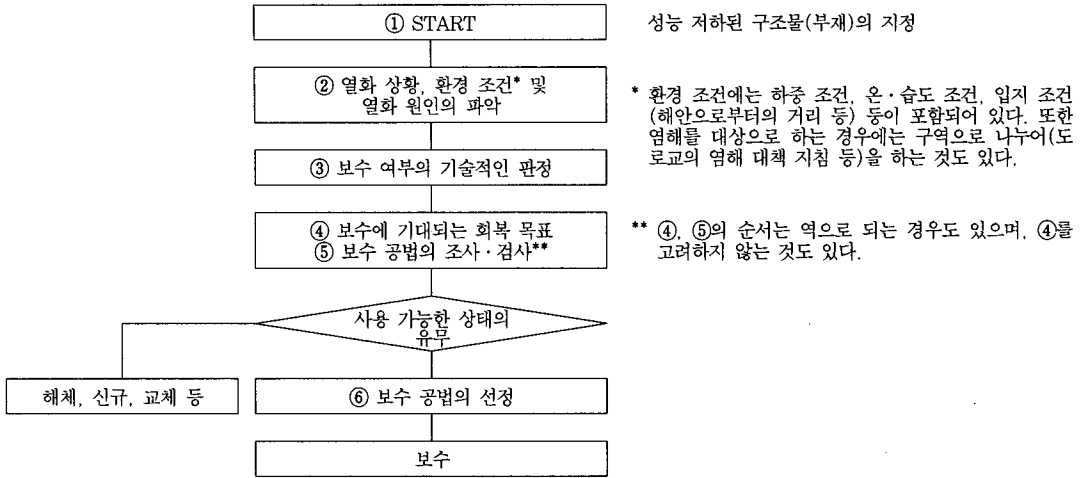


그림 1. 일반적인 보수 플로우

①~⑥의 플로우는 대상 구조물의 성능 저하 정도 및 기술적 수준 등에 따라 다소 판단하기 어려운 경우도 발생하나 현행의 보수 공법으로 성능 저하된 부분에 대한 보수가 불가능하게 되면 해당 구조물에 대하여 사용 규제, 철거, 교체가 되며, 상태에 따라 신설로 유도된다.

2.2 보수 실시 여부 판정에 이용되는 방법

일반적으로 구조물(부재)의 보수 여부 판정은 열화 원인 및 열화도 판정을 기초로 하여 행한다

2.2.1 현행 방법

(1) JR(일본철도)의 방법

JR은 「건축물 보수관리의 표준(안)동해설(콘크리트구조)」²⁾에 준하여 보수의 여부를 정한다.

구조물 검사는 전반 검사와 개별 검사로 구분하며, 전반 검사는 도보 순회시 행해지기 때문에 성능 저하부의 발견에 중점을 둔다. 전반 검사에 의해 구조물의 기능에 영향을 미치는 변형 또는 결함이 있다고 판정되는 구조물에 대해서는 개별 검사를 행한다. 개별 검사는 구조 검사 전문 그룹에 의해 행해지는 검사로서, 그 결과에 따라 <표 1>에 나타낸 바와 같은 건전도 판정을 행한다. 그 건전도 판정에 따라 ① 현재의 내력, ② 주행 안전성, ③ 일반 공중에 대한 안전성, ④ 내구성, ⑤ 그 외를 고려하였다. 방식에 관해서는 열화

깊이에 따른 내구성 평가를 실시하여, 중성화와 염해에 대하여 고려하고 있다. 즉,

- 중성화에 의한 경우 : a. 중성화가 강재까지 진행하여 강재의 부식과 균열이 발생-A2
b. 그 외-B, C
- 염해에 의한 경우 : a. 콘크리트의 균열, 상판 등에서 녹물이 보여지고, 철근의 부식 팽창에 의해 콘크리트가 박리 또는 철근이 노출됨.-A1, A2
b. 콘크리트 표면에 녹물이 보이지만, 콘크리트 표면에 균열과 박리가 보여지지 않음.-A2

로 평가하고 있다. 또한 이 건전도 평가와 더불어 <표 2>와 같은 조치를 행한다.

(2) 건축물에서의 결정 방법

건축물의 경우에는 일본건설성융합기술개발 프로젝트의 일환으로서, 1984년에 종료된 「건축물의 내구성 향상 기술의 개발」의 연구 성과에 기초하여 「철근 콘크리트조 건축물의 내구성 향상 기술(국토개발기술연구센터)」³⁾의 철근 부식에 관한 보수 여부의 연구방법을 소개한다.

이 중에서 점검(1차 진단)에서 보수에 이르기까지의 플로어를 <그림 2>에 나타내었다.

표 1. JR의 보수 여부 판정 방법

판정 구분	구조물의 상태	
A	AA	운전 보수, 여객 및 공중 등의 안전을 위협하는 주기능에 관계된 변형 또는 결함이 있어, 운전보안상, 여객 및 공중 등의 안전상, 교체, 사용 정지 등 어떠한 조치를 필요로 하는 것.
	A1	① 변형 또는 결함이 있어, 결함이 진행하여 구조물의 기능을 저하시키는 것 ② 홍수, 지진 등에 의해 구조물의 기능이 상실될 우려가 있는 것. ③ 전 2항의 변형 또는 결함에서 운전 보안, 여객 및 공중 등의 안전 확보를 위해 혹은 정상 운행 확보를 위해, 조급히 조치를 요구하는 것.
	A2	진행되고 있는 변형 또는 결함이 있어, 장래에 그것이 구조물의 기능을 저하시켜, 운전 보안, 여객 및 공중 등의 안전을 위협하여 정상 운행 확보를 저해할 우려가 있어 조치를 요구하는 것.
B	변형 또는 결함이 있어, 장래 A단계로 될 우려가 있기 때문에 필요에 따라 조치하는 것.	
C	경미한 변형 또는 결함으로 결함의 진행이 정지 혹은 재발의 우려가 없는 것이 확인 가능하지 않은 것. 또는 환경 조건의 영향을 받기 쉬운 것.	
S	건전한 것	

표 2. JR의 판정과 조치

판정 구분	운전 보안등에 대한 영향	변형 정도	조치
AA	위험	중대	직접 조치
A1	조만간 위험 이상 외력의 작용시 위험	변형이 진행하고 기능 저하도 진행	조급히 조치
A2	장래 위험함.	변형이 진행하고 기능 저하도 우려됨.	필요한 시기에 조치
B	진행되면 A단계로 됨.	진행되면 A단계로 됨.	감시(필요에 따른 조치)
C	현재에는 영향 없음.	경미	중점적인 검사
S	영향 없음.	없음.	

구조물의 점검·조사에는 1차, 2차, 3차 진단으로 구분하였다. 1차 진단에서는 전체 열화 현상을 동시에 취급하고 있다. 또한, 그 진단은 주로 육안 관찰에 의하여 행해지며 어떠한 기구를 사용하지 않기 때문에 일반적인 건축 기술자가 행하게 된다. 이 진단의 목적은 고도의 진단이 요구되는가, 요구되지 않는가를 판정하는 것이다. 2차 진단은 1차 진단을 바탕으로 각 열화 현상별 전문 기술자가 주로 비파괴 시험에 의해 보수 여부를 판정하는 것이다. 3차 진단은 2차 진단에 의해 충분히 보수의 여부 판정이 나오지 않은 경우에 고도의 전문 기술자가 파괴 시험을 포함한 진단에 의해 보수의 여부 판정을 행하는 것이다.

2차, 3차 진단의 철근 부식에 관한 보수의 여부 판정을 위한 진단 프로세스는 <그림 3>에 나타내었다. 또한, 철근 부식에 관한 보수의 여부 판정에 관해서는 2차, 3차 진단과 함께 기본적으로는 부식의 등급 및 녹 평점에 의해서 판정한다. 즉, 철근 부식의 육안 관찰에 의해 적당한 단위로서 <표 3>에 나타낸 철근 부식의 등급 및 그에 대응하는 녹 평점을 판정한다. 그

녹 평점을 조건이 다른 부계별로 평균하여, 평균 녹 평점을 구한 뒤 평균 녹 평점을 기초로 하여 열화도를 판정한다. 평균 녹 평점과 열화도와의 관계는 간단하게, 예를 들면, 등급 I이 열화도 I, 등급 II가 열화도 II, 등급 III가 열화도 III, 등급 IV가 열화도 IV로 거의 대응하는 것으로 사료된다. 보수 여부 판정은 열화도를 기초로 <표 4>에 의해 판정한다. 또한, 3차 진단에서는 면밀한 조사가 이루어지며 열화도 판정은 <표 4>에 의하여 행한다.

표 3. 철근 부식 등급과 녹 평가





등급	녹 평점	철근의 상태
I 	0	양호한 상태 또는 녹이 발생하지만 전체적으로 얇고 치밀한 녹이어서 콘크리트면에 녹이 부착하지 않은 것
II 	1	부분적으로 들뜸 녹이 있지만 작은 면적의 반점 형태인 것
III 	3	단면 결함이 육안 관찰로 보이지 않지만 철근의 전체에 걸쳐 들뜸 녹이 발생하고 있는 것
IV 	6	단면 결손이 생긴 것

표 4. 철근 부식의 2차(3차) 진단에 의한 보수 여부 판정

열화도	보수의 여부	3차 진단의 여부
I (거의 없음)	필요없음.	필요없음.
II (輕度)	필요없음.	필요에 따라 행함.
III (中度)	필요함.	필요에 따라 행함.
IV (重度)	필요함.	필요에 따라 행함.

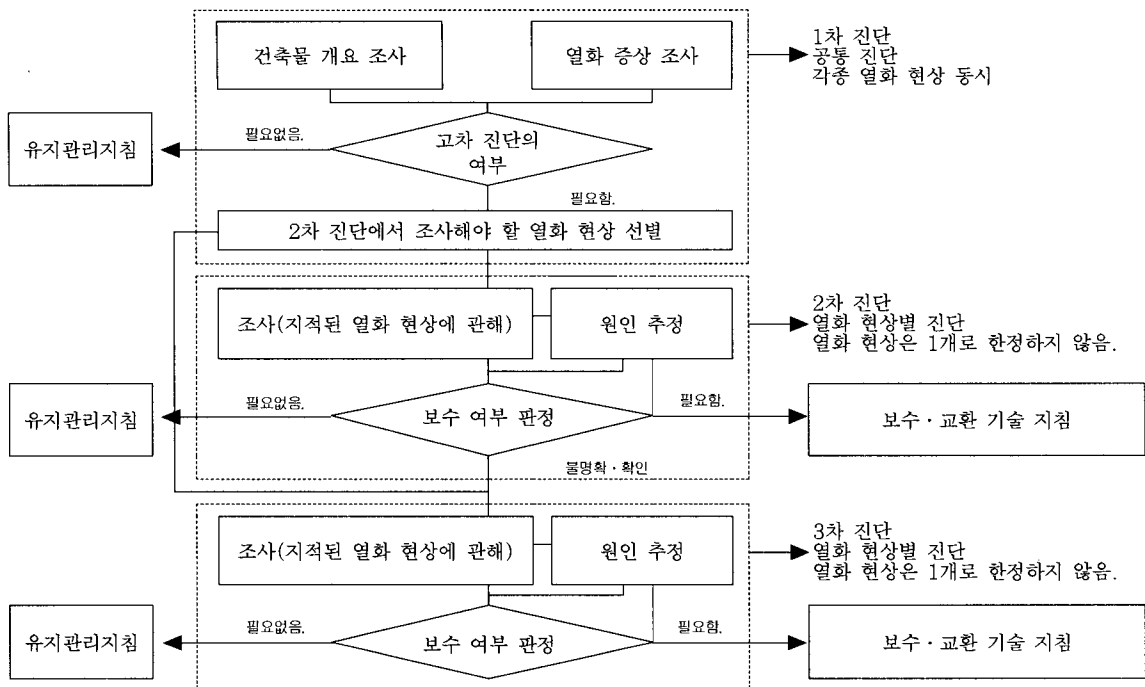


그림 2. 열화 진단의 전체 프로세스

(3) 항만의 계류 시설(주로 棧橋)에서의 결정 방법

항만 시설에서 잔교 상부공의 염해에 의한 열화 진단 방법을 마련하기 위하여, 1987년도에 열화 방지·보수 매뉴얼(안)⁴⁾(일본 연안개발기술연구센터)이 작성되었으며, 이에 준하여 보수의 여부를 정할 수 있다.

이 매뉴얼(안)의 점검에서 보수까지의 플로우는 <그림 4>와 같이 점검(정기 점검)은 공용 초기에 3~4년 간격, 공용 10년에서 2년 간격 정도로 행하는 것으로서 주로 육안 조사를 행한다.

점검에 의해 열화가 파악되는 경우, <표 5>에 나타난 열화도 II 이상에 관해 조사를 행한다. 조사는 육안 조사 외에, 간단한 측정 기구를 사용하여 행하는 것을 표준으로 하며 <표 6>에 나타난 판정 기준을 참고하여 열화도를 정하며, <표 7>에 의해 보수의 여부를 판정해야 한다. 또한, 열화 평가는 1블록(10×10m 정도)를 단위로서 결정한다.

2.3 보수에 기대되는 회복 목표의 설정

보수의 실시 여부 판정 결과 보수가 필요한 것으

로 판단된 경우, 어느 정도 보수해야 하는가를 결정해야 한다. 이것은 보수 직후의 성능을 어느 정도로 하는가 라는 문제(<그림 5>의 R_A 와 R_B 설정에 대응함.)와 몇 년간 설정된 열화 한계 상태 이상의 성능을 기대하는가 라는 문제(<그림 5>의 T_E 의 설정에 대응함.)가 있다. 주요 방안으로서 후자가 주된 것이라고 생각되지만, 공공 공사 등에서는 보수 공사 완성 직후의 상태가 중요하기 때문에, 각각 나누어 생각하여야 한다.

(1) 보수에 기대되는 내용 연수

보수에 의해 회복 목표를 설정하였으면 보수에 기대되는 내용 연수를 설정할 필요가 있지만, 현행 연구 방법(JR, 건축물, 항만)에 있어서는 방안은 있으나 구체적인 수법은 제시되어있지 않다.

한편, JCI의 「콘크리트의 균열조사, 보수·보강지침」에서는 일반적인 균열에 관하여 보수의 회복 목표를 아래에 나타난 3단계로 나누었다.

- ① 건전한 부재의 성능과 같은 정도로 회복시킨

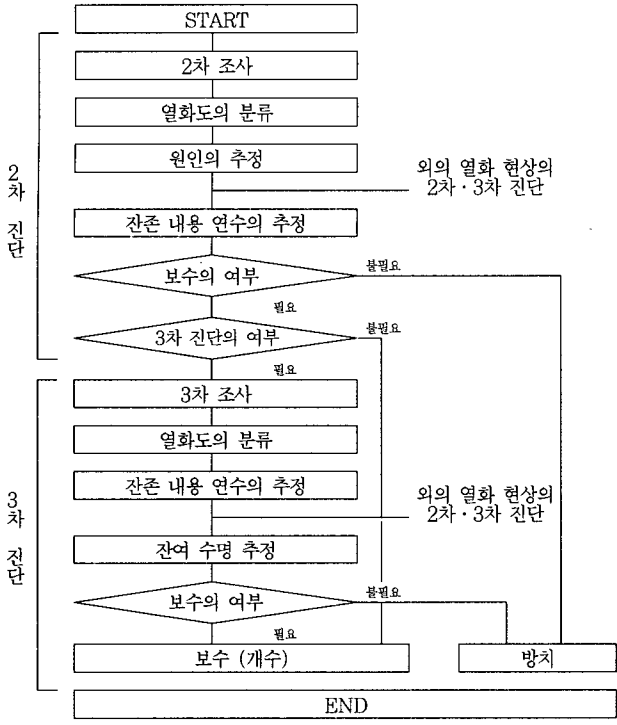


그림 3. 철근 부식 조사 진단의 플로우

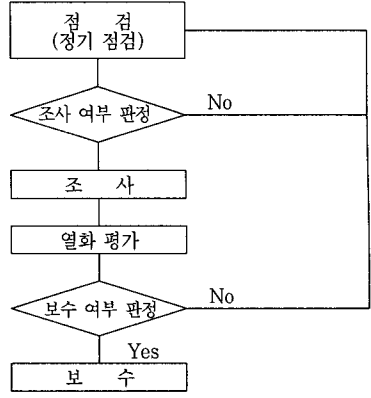


그림 4. 점검에서 보수까지의 플로우

보수 : 시멘트의 수화열, 중성화, 건조 수축 등 원인이 명확한 경우의 보수를 대상으로 한다. 이 보증 연수는 일반적으로 10~15년이 바람직하다.

② 실용상 지장이 없는 정도로 회복시킨 보수 : 철근 부식, 반응성 골재에 의한 균열과 그 열화 속도가 현저한 경우, 또는, 균열의 원인

표 5. 열화도 판정의 표준

항목 \ 열화도	0	I	II	III	IV	V
철근의 부식	없음.	콘크리트 표면에 점녹이 보임.	일부 녹물이 보임.	녹물이 많이 보임.	부식이 많음.	부식이 현저함.
균열	없음.	일부 균열이 보임.	균열이 다소 많음.	균열이 많고 균열 폭이 수 mm 이상의 균열도 보임.	균열 폭이 수 mm 이상의 균열이 많음.	-
피복 콘크리트의 박리·박락	없음.	없음.	일부 들뜸이 보임.	일부 박리·박락이 보임.	박리·박락이 많음.	박리·박락이 현저함.
점검에 의한 조사의 여부 판정	조사가 요구되지 않음. (점검 계속)		조사가 요구됨.			

표 6. 부재별 열화도 판정 기준 예(슬래브)

항목 \ 열화도	0	I	II	III	IV	V
슬래브	철근의 부식	없음.	콘크리트 표면에 점녹이 보임.	일부 녹물이 보임.	녹이 많음. 철근 부식이 폭 넓게 보임.	녹이 많음. 철근 표면의 대부분 혹은 전체에 걸쳐 부식이 폭 넓게 분포
	균열	없음.	일부 균열 또는 겔의 유출이 2,3곳에서 보임.	균열 또는 겔 유출이 보임.	균열이 많음. 녹물을 수반한 균열도 보임.	균열등이 전역에 걸쳐 많이 보임.
	박리·박락	없음.	없음.	일부 들뜸이 보임.	일부 박리가 보임.	들뜸 박리가 많음. (1구획 면적 4개 이하)

표 7 보수의 여부 판정

항목 \ 열화도	0	I	II	III	IV	V
보수의 여부 판정	보수가 요구되지 않음.		보수가 요구되지 않음. (경우에 따라 보수)	보수가 요구됨.		보수가 요구됨. (경우에 따라 보강)

이 많아서 원인을 모두 명확하게 구명할 수 없는 경우 등의 보수를 대상으로 한다. 그 보증 연수는, 일반적으로 5~10년 정도가 바람직하다.

③ 대인 안전성이 확보되는 범위로 회복시킨 보수 : 대인 안전성을 확보하기 위해 실시하는 응급적인 보수를 대상으로 한다.

(2) 보수 직후 기능의 설정

일반적으로는, 기대하는 내용 연수가 1~2년 정도이면 기능상 요구 성능으로부터 정해진다고 판단되지만, 수년 이상이 되면 신설 당초의 기능 이상으로 한다고 판단되는 경우가 많다.

보수의 경우, 미관에 대해서는 표면 피복등에 의해 신설 당초까지 기능을 높이는 것이 가능하나 다른 기능에 관해서는 신설 당초까지 기능을 높이는 것은 매우 어렵다.

또한, 여기에서 말하는 기능은 미관을 포함하여 강재의 방식 성능, 보수 재료 자체의 내구성, 바탕 콘크리트와 보수 재료의 부착 성능 등을 나타낸다.

(3) 열화 속도에 관한 고려

보수에 기대되는 내용 연수와 보수 직후의 기능의 관계를 (그림 5)에 나타내었다. 이 그림에서 직선 A, B는 실제로는 곡선이라고 생각되지만, 편의상

직선으로 사료되며 그 기울기 S_A 및 S_B 가 평균적인 열화 속도이다.

즉, (그림 5)에 예시한 것처럼 보수 공법 A를 이용한 경우 보수 직후의 성능은 R_A 에서 T_A 년 경과 후에 A점은 L로 된다. 이 경우, 평균적인 열화 속도는 $(R_A-L)/T_A$ 로 된다. 공법 B를 이용한 경우에는 평균적인 열화 속도는 $(R_B-L)/T_B$ 로 된다.

그런데, 보수 직후의 기능과 내용 연수를 설정한 후에는 보수 부분의 열화 속도를 고려하여 (그림 5)의 공법 A와 같이 직선 A와 열화 한계 상태를 표시한 직선과의 교점 C에 대응하는 내용 연수 T_A 가, 설정된 보수 내용 연수 T_B 보다 더 크게 되면 양호한 것으로 판단된다.

또한, 열화 원인에 따라서는 보수에 의해 열화 속도를 현저하게 저하시키는 것이 가능한 경우도 있지만, 열화 속도를 지연시키지 못하는 경우도 있다. 전자의 예로서는, 열화 원인이 시공 불량으로 보여지고 다른 심각한 열화 조건이 없는 경우에는 보수에 의해 열화 속도를 느리게 할 수 있다. 후자의 예로서는, 하중 조건이 극히 심하여 휨 균열이 발생하고, 동시에 심각한 비말대에 위치한 경우 등에서는 보수에 의해 열화 속도를 장기간 저하시키는 것은 매우 어렵다.

이상의 (1), (2), (3) 및 각각의 경제성 등을 고려하여 보수에 기대되는 회복 목표를 설정할 필요가 있다.

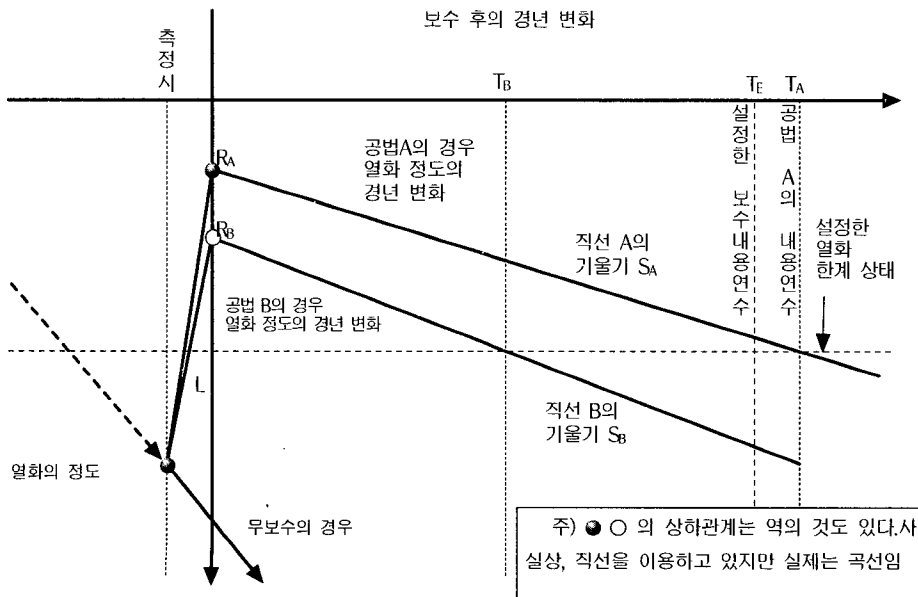


그림 5. 보수로 기대하는 내용 연수와 보수 방법의 성능과의 개념적인 관계

2.4 보수 공법의 조사·검토 및 선정

보수가 필요하다고 판단되고 회복 목표가 이미 설정된 경우에는 보수 공법의 조사·검토를 행하여 최종적으로 공법을 선정하게 된다. 이 선정에 관하여 각 기관에 있어서는 지침화되어 있지는 않고, 각 현장에 있어서 독자적으로 판단하여 각종 보수 공법(시공법 또는 재료)을 사용하게 된다. 여기서 각 기관의 공통 사항을 소개한다.

2.4.1 검토 항목

일반적으로 ① 유효성, ② 시공성, ③ 안전성, ④ 미관성, ⑤ 경제성 또한 유효성과도 관련되지만 ⑥ 보수 후 사용 조건(하중 및 환경 조건)을 검토할 필요가 있다. JR의 예를 <표 8>에 나타낸다.

표 8. JR의 시공성 검토 항목

검토 항목	검토 내용
유효성	· 내력, 내구성 등
시공성	· 영업선 근접 시공 · 작업간 합 · 작업 공간 · 사용 재료, 기계 등의 준비 및 현장 반입 · 타 기관과의 협의(도로, 하천 등) · 환경(소음, 진동, 약액 등) · 타 구조물에 의한 영향
안전성	· 가선, 지하 매설물 · 시가지에서의 낙하물(콘크리트의 파편, 용접의 불꽃 등)
미관성	· 주위의 환경(시가지, 산간부, 풍광 명미한 장소등) · 옛 구조물과의 관련
경제성	· 최소한의 공사비에서 유효한 방법

2.4.2 검토 방법

(1) 자료에 의한 조사

일반적으로 자료에 의해 사용될 보수 공법의 평가를 내리는 것이 바람직하다. 이에 따라, 사용될 보수 공법의 어느 정도 일반화된 조건에서 재료의 성능을 포함한 보수 공법의 성능을 공학적으로 판단하여야 한다.

자료에 의해 다음과 같은 사항에 대하여 평가한다.

- a. 방식 성능에 관한 자료(유효성에 관련됨) : 직접적인 것 : 조사, 폭로 시험, 촉진 시험 등, 간

- 접적인 것 : 차염성, 차수성, 수밀성 등
- b. 내구성(유효성에 관련됨) : 재료 자체, 경계면의 부착 성능
- c. 시공성(난이) : 필요한 기재, 표면 처리의 정도, 양생 등
- d. 환경 오염의 정도(안전성 및 시공성에도 관련됨) : 작업원에 대한 것, 주위에 대한 것
- e. 경제성
- f. 실적

또한, 보수 공법 전체를 하나로 조사·검토하는 것은 곤란하기 때문에 우선, 부분적으로 조사·검토하여 최종적으로 전체적인 조사·검토하는 것이 좋다. 즉,

- ① 보수 공법에 사용되는 재료의 평가 : 재료 자체의 강도, 탄성 계수, 건조 수축, 열팽창 계수, 내구성, 안전성(독성 등) 및 경제성 등에 관해서 조사·검토한다. 일반적으로 이 단계에서 필요한 물성에 문제가 있다면, 보수 공법에 대한 전체적인 평가도 낮게 된다.
- ② 피보수부 재료(콘크리트 또는 강재 등)와의 관련성 : 부착 성능을 비롯해 화학적 안정성(콘크리트의 알칼리에서 열화되는 것은 사용할 수 없음), 열팽창 계수의 차이 등을 조사·검토한다.
- ③ 복합재료로서의 평가 : 복합재료로서 적합한 성능을 갖는가를 조사·검토한다. 특히, 역학적 성능 및 방식 성능에 관해서 조사·검토가 중요하다.
- ④ 보수 방법으로서의 시공성 : 필요한 시공 기재, 시공의 난이 등을 조사·검토한다.

이상의 ①~④에 의해 보수 공법을 평가하는 것이 바람직하다.

(2) 시공 조건의 조사·검토

시공 장소의 지리적 조건 및 시공시의 기상(해상) 조건을 조사하여 재료의 반입·운반에 관해 검토할 필요가 있다. 또한, 시공 대상 부재의 열화 현상은 물론 시공시의 표면 처리 상황(박리의 정도와 건조의 상황 등)에 관해서도 검토하여, 보수 공법의 선정에 참고하는 것이 중요하다.

(3) 보수 후의 사용 조건 조사

보수 후의 사용 조건은 보수 공법의 선정에 중요한 영향을 준다. 전술한 기상(해상) 조건 뿐만 아니라 하중 조건, 특히 보수 부분에 균열이 발생하는지를 충분히 검토할 필요가 있다.

(4) 판단 및 선정

(1) ~ (3)의 조사·검토를 기초로 하여 대상 구조물에 대하여 보수 공법의 적용을 판단한다. 경우에 따라서는 실험 또는 학식 경험자에 의한 판단이 필요하다.

개략적으로 다음의 순서에 따라 행한다.

- ① 보수 대상 구조물(부재)의 열화 상황, 열화 원인 및 환경 조건의 파악
- ② 어느 정도까지 보수할 지를 결정
- ③ 문헌에 의한 보수 공법의 조사·검토((1)에 대응)
- ④ 문헌에 의한 보수 공법의 조사·검토에 의해 기존의 보수 공법 중 보수 대상 구조물에 대하여
 - a. 기존의 보수 방법 중, 충분히 사용할 수 있다.
 - b. 기존의 보수 방법 중, 약간의 개량에 의해 사용할 수 있다.
 - c. 기존의 보수 방법 중, 현재 사용할 수 있는 것이 아니다.
 의 어디에 속하는지를 판단하여 분류한다.
- ⑤ a의 경우에는 일반적인 평가를 하여 다음에 나타난 사항에 관해서 조사 및 판단
 - 가) 보수 개소의 환경·시공 조건((2)에 대응)
 - 나) 공기
 - 다) 재료의 공급
 - 라) 독점적인 방법 인가, 특히 인가 등
 - 마) 신뢰되어지는 시공업자 인가
 - 바) 자료를 바탕으로 하는가(시방서등에 기재되어 있는가)
 - 사) 구조물의 중요성 내용 연수를 적게 하여 설정하는가
 - 아) 기대되는 내용 연수
 이에 의해서 보수 공법을 선정하는 것이 가능하다.

⑥ b의 경우에는 개량해야 할 점 또는 해야 할 점을 정리. 예를 들어, 시공성이 나쁘면 기반과 기재의 개선이 가능한가? 또는, 내구성이 보증될 수 없다면 두 번째의 보수를 고려하는 것이 가능한가? 내용 연수를 적게 설정하는가? 등이다. 또한, a의 경우와 같이 각각의 사항을 검토하여 선정한다.

⑦ c의 경우에는 반드시 소요의 성능을 갖는 보수 공법이 필요하다면 독자의 보수 공법을 개발한다. 또, b와 같은 선정을 하거나 보수는 단념하고 신규 또는 교체를 행하는 쪽으로 결정한다.

3. 결 론

이상 일본의 철도 시설물, 해양 구조물 등 토목 구조물과 건축 구조물에 대한 보수 실시 여부 및 보수 공법 선정 기준에 관하여 조사해본 결과 약간의 차이는 있지만 회복 목표 수준의 결정 및 보수 공사로 인한 내용 연수의 증진 조사 및 보수 재료 및 공법의 선정시 상당 부분 체계화되어 있다는 것을 알 수 있었다. 향후 국내에서도 콘크리트 구조물에 대한 내구성 향상을 위한 보수 실시 여부 및 보수 공법 선정을 위한 시스템화된 기술이 구축되기를 기대한다. □

참고문헌

1. 철근 부식에 의한 손상을 받은 콘크리트 구조물의 보수 기술, 일본콘크리트공학협회, 1989
2. 철도총합연구소, 건설물 보수 관리의 표준, 1989. 9.
3. 철근 콘크리트조 건축물의 내구성 향상 기술, 기보당출판
4. 연안개발기술연구센터, 항만 콘크리트 구조물의 열화 방지·보수, 1987