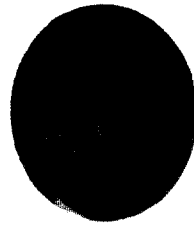


콘크리트구조물의 보수·보강재료 및 공법

일본 고베지진에 따른 콘크리트 구조물의 보수·보강 사례

Repair and Rehabilitation Works for R / C Structures
Damaged by the Great Hanshin Earthquake



정 광 량*

1. 서 론

본고에 소개하는 내용은 兵庫縣南部地震被災度判定體制支援會議에서 간행한 “RC조, S조, SRC조 건축물의 피해와 보강 사례” 중에서 콘크리트 구조물의 보수 보강 사례를 소개한다. 대지진후의 재해를 입은 지역에서는 응급위험도 판정에 이어 피해도 판정 결과에 근거하여 사용 불능으로 판정된 건축물의 재건축(신축)과 계속 사용 가능으로 판단된 건축물의 복구에 관계되는 대량의 공사 수요가 발생하게 된다. 이때, 다음에 논하는 바와같이, 건축기준법상 확인 신청이 필요한 복구공사는 한정되어 있다. 그렇지만 양심적인 건축기술자로서는 건축물의 소유자, 관리자, 사용자 등이 안심하고 생활할 수 있는 시가지 환경의 실현에 힘쓰도록 노력해야 하고, 예를 들어 특정행정청에 의한 신내진기준에 대한 적합 심사를 받지 않는 공사일지라도 그 내용을 원상회복에 머무르지 말고, 될 수 있는 한 높은 내진성을 갖도록 하는 것이 바

람직하다.

(1) 목적

효고현 남부지진 (1995년 1월 17일) 으로 재해를 입은 건축물에 대해서 복구해서 계속 사용할 때에 필요로 하는 기초적인 기술지침을 주는 것이다. 여기서 대상으로 하는 건물은, 피해직후에 「피해도 판정 기준 및 복구 기술 지침」에 따른 조사 결과 등을 토대로 피해도 구분 판정을 실시해서 보강·보수등의 여부를 판정해서 행하는 것으로 한다. 또한 피해에서 몇일 지나지 않았고, 건축물의 원상 회복의 긴급도가 높은 것, 내용도 피해전의 건물의 내진성능으로 되돌리는 것을 당면의 목표로 하고 있는 것으로 보수의 방법에 중점이 두어져 있다.

(2) 적용범위

· 대상 건축물은 철근콘크리트 건축물(RC)이고, 지상층수의 목표는 6층 정도까지의 것으로 한다.

(3) 용어의 정의

· 보수··· 「피해에 의해 저하한 건축물 혹은 그 부분의 구조 성능을 피해전과

* (주)동양구조안전기술 대표

거 의 같도록 한다」는 것이다.

- 보강 · · · 「피해에 의해 저하한 건축물 혹은 그 부분의 구조 성능을 피해전의 상태보다 높게 한다」는 것이다.

1.2 진해 복구 흐름

재해를 입은 건물을 항구적으로 사용 가능한 상태로 복구시키기 위한 흐름을 그림 1에 나타낸다.

1.3 피해도 구분의 판정

일반 건축물에 대해서 피해 건물의 항구 사용이
 ① 보수없이 사용가능, ② 보수가 필요, ③ 보수와 보강이 필요, ④ 해체·재건축이 필요의 판정은 원칙으로 표 1에 의한다. 판정에 있어서는 한신 지구의 건물이 이번 지진으로 VI~VII의 흔들림을 받은 것을 감안하면 아래의 어떤 항목이든 해당하는 경우를 제외하고 될 수 있으면 해체하는 것은 피하는 것으로 한다.

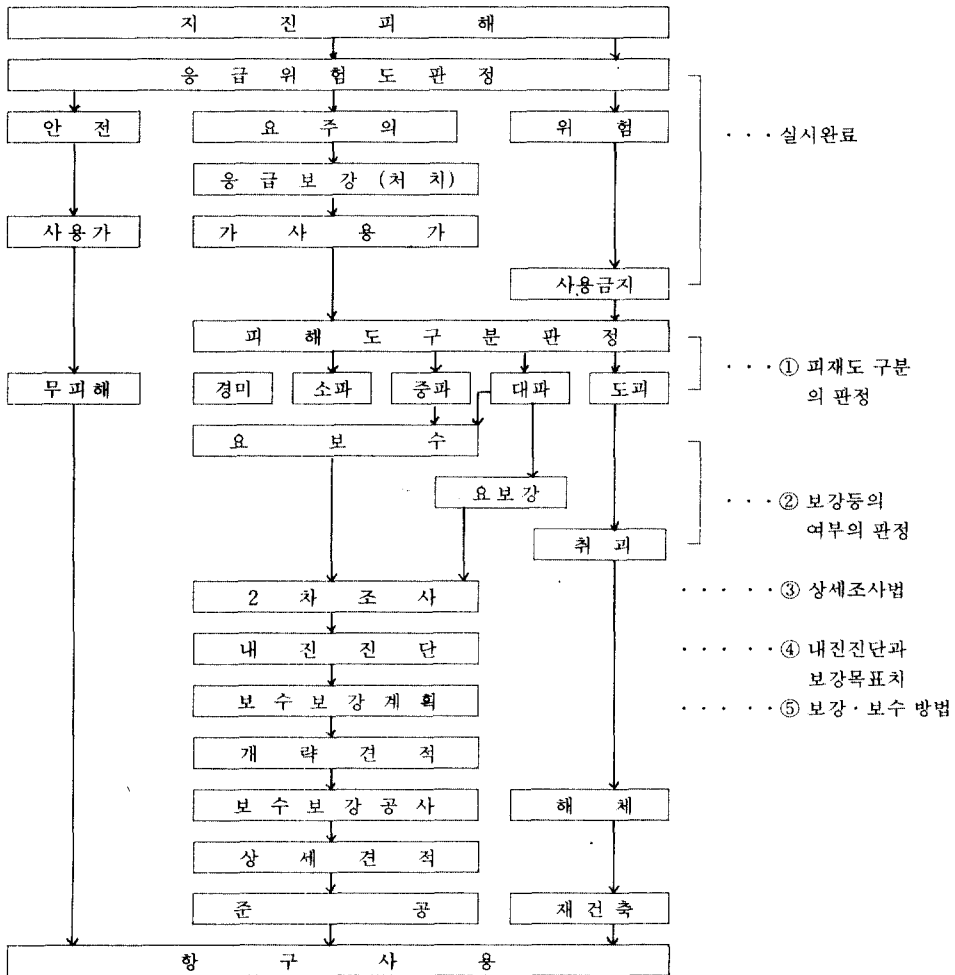


그림 1 피해 복구 흐름

- 해체로 판정하는 것이 바람직한 피해 건물
- 1) 항구 사용하기 위한 보수·보강 공사에 현저한 위험이 따르는 경우(중간층의 도괴등)
- 2) 건물전체가 큰 피해를 입어 보수·보강 공사비가 방대한 경우
- 3) 다량의 보수등에 의한 중량 증가가 크고, 건물 기초의 안전성이 확보되지 않은 경우

표 1 보수·보강·해체 등의 판정 방법

건축물의 피해도 구분	관정결과	부피해	경미	소파	중파	대파	도괴
기상정진도계 현지의 진도가 불분명한 경우 적절히 추정한다.	Ⅱ이하	-	○	△	×	×	×
	V	-	○	○	△	×	×
	Ⅴ이상	-	○	○	○	△	×

- : 보수·보강의 필요성은 없다.
- : 보수에 의한 복구
- △ : 보수 혹은 보강에 의한 복구(상세 조사가 필요)
- × : 보강에 의한 복구(상세 조사가 필요) 혹은 해체

· 각 부재의 손상도는 등급 I ~ V 까지 분류되어 있다. 분류기준을 표 2에 나타낸다. 이 손상도는 표1의 건축물의 피해도 구분 판정 및 피해후의 건축물의 내진 진단시의 부재 강도의 내진성능 저하 계수 η 에 반영된다. 혹은 후술하는 것처럼 부재의 손상도에 따라서 보강·보수 방법도 다르게 된다.

1.4 상세 조사 방법

조사는 내진 진단 기준²⁾에 의한 조사에 추가해서 그 복구를 위해서 필요한 조사를 행한다. 건물을 사용하면서 복구 공사를 행하는 경우에는 시간적 관점 및 공간적 관점에서 사용 상황의 조사등 정밀하고 광범위한 조사를 행할 필요가 있다.

조사의 요점은 다음과 같은데 복구 방법에 따라서 편의상 생략이 가능하다.

- (1) 피해전의 상황
- ① 콘크리트 및 철근의 재료 종별, 재료 강도 등
- ② 구조체 치수
- ③ 배근상황
- ④ 2차부재의 상세
- ⑤ 지진시 적재하중
- ⑥ 설계 혹은 시공의 상태
- ⑦ 설계도서, 공사 기록등의 서류 조사

표 2 부재의 손상도 분류 기준¹⁾

부재의 손상도	기둥(보) ²⁾		벽 ³⁾	
	휨 파괴 ⁴⁾	전단파괴 ⁵⁾	휨 파괴 ⁴⁾	전단파괴 ⁶⁾
I	가까이 가지 않으면, 보기 어려운 정도의 기는 균열(균열 폭은 대략 0.2mm 이하)			
II	★ 육안으로 균열이 확실해 보이지 않지만 그 폭은 약 0.2~1mm 정도 ★ 마감 모르타르의 박락이 있어도 콘크리트의 박락은 생기지 않는다.	★ 육안으로 쉽게 알 수 있는 전단 균열(폭 약 0.2~1mm 정도)이 생겨 있다. ★ 마감 모르타르의 박락은 있어도 콘크리트는 박락하지 않는다.	(기둥의 휨 파괴의 경우와 같은 정도의 손상)	(기둥의 전단 파괴의 경우와 같은 정도의 손상)
III	★ 피복 콘크리트가 박락해 있어도, 매우 미소하고, 철근은 노출해 있지 않다. 균열폭은 1~2mm 정도	★ 전단 균열 폭이 약 1~2mm 정도 ★ 주근에 따라서 종방향의 균열이 다수 발생해 있고, 그 균열 폭이 약 1~2mm 정도	★ 벽에 다수의 경사 균열이 발생해 있어서 그 폭은 약 1~2mm 정도 이지만, 벽의 콘크리트 박락은 부분적이고, 벽 철근의 노출까지는 이르지 않았다. 단, 주변 기둥의 균열은 적고, 기둥에는 아직 여유가 보인다.	★ 벽부의 콘크리트의 파괴가 심하고, 구멍이 생겨 반대편이 보이지만 주변 기둥의 손상은 손상도 IV보다 작다
IV	★ 균열폭이 2mm를 넘고 있다. ★ 콘크리트의 박락이 심하고, 철근이 국부적으로 좌굴해 있다.	★ 전단 균열 폭이 2mm를 넘고 있다. ★ 큰 전단 어긋남이 일어나 있다. ★ 콘크리트의 박락이 심하고, 철근이 상당히 노출해 있다.		
V	기둥 주근의 좌굴 및 누근의 탈락·파단이 심하고, 수평 내력이 완전히 상실했을 뿐만 아니라, 수직 내력도 거의 상실하고, 기둥이 높이 방향의 변형이 생겨 외벽에서는 샷시에 휨이 보이고 바닥이 침하해 있다.			

- 주 1) 휨 파괴인가, 전단 파괴인가의 분류는 현지 조사에 의한 실제의 파괴 상황에 기초하여 행한다.
- 2) 기둥 측벽이 있는 기둥으로, 벽의 한쪽 노출 폭이 기둥폭의 3배 이상의 것에 대해서는 벽단을 적용 한다.
- 3) 기둥 측벽이 있는 기둥으로 상기에 해당하는 것도 포함해, 그외에 모든 철근콘크리트 조벽에 적용 한다.
- 4) 해표3.2의 기둥(M), 해표3.3의 휨 기둥·휨 벽은 이와 같은 파괴의 것을 가르킨다.
- 5) 해표3.2의 기둥(S), 해표3.3의 전단 기둥·기둥측벽이 있는 기둥은 이와같은 파괴의 것을 가르킨다.
- 6) 해표3.2의 벽, 해표3.3의 전단벽은 이와 같은 파괴의 것을 가르킨다.

(2) 피해에 의한 손상

- ① 기둥·보·내진벽의 전부재의 손상도의 조사와 분류 및 손상의 구체적 상황 파악(필요에 따라 마감재의 철거를 행한다)

- ② 잔류 수평 변형, 슬래브의 침하량, 건물의 전체 경사량
- ③ 기초, 말뚝, 슬래브, 2차 부재의 피해
- ④ 기타 피해 원인에 관계된다고 생각되는 사항의 조사.
- (3) 기타
 - ① 도로사정
 - ② 각종설비
 - ③ 물, 화기 혹은 열 등의 사용 제한
 - ④ 공사용 급전, 급배수
 - ⑤ 기상상황
 - ⑥ 기타 특수 조건

1.5 내진 진단과 보강·보수의 목표치

(1) 내진 진단

피해건물을 피해전의 상태로 되돌리는 원상복구의 경우는 반드시 필요하지는 않지만, 피해전보다도 내진성능을 향상시켜 보강하는 경우는 내진 진단이 필요하다. 그 경우에 대비하여 이하에 진단 방법과 보강 목표치를 기술한다.

① 내진 진단의 종류

내진 진단 기준²⁾에는 다음과 같은 3단계의 진단법이 기술되어 있다. 어느 경우든 그 기본적인 개념은 같지만 계산의 난이도에 차가 있고 차수가 올라가면 올라갈수록 계산이 상세하게 된다.

- 제1차 진단 : 벽 및 기둥단면적만을 이용해서 강도를 계산한다. 계산은 가장 간단하다.
- 제2차 진단 : 기둥·벽의 종국강도의 계산이 필요하다. 구조계산 보다는 간단하다.
- 제3차 진단 : 현행 관용의 구조계산 정도의 계산 레벨이다. 계산량은 그다지 많지 않지만, 다소 종국강도·지진응답에 관한 지식이 필요하다.

② 구조내진지표 I_s

내진진단기준²⁾에서는 구조 부분의 내진 성능을 다음식으로 정의되는 구조 내진 지표 I_s 로 나타내고 있다.

$$I_s = E_0 \cdot S_D \cdot T \quad (1)$$

여기서, E_0 : 보유성능 기본 지표

S_D : 형상 지표

T : 경년 지표

(2) 보강·보수의 목표치

① 설정방침

- 피해건물을 어느 레벨까지 복구시킬 것인가에 대한서의 개념도를 그림 2에 나타낸다.
- I_s 치와 목표 내진 판정 지표(I_{s0})와의 관계를 그림 3에 나타낸다.
- 목표 레벨은 피해전으로 되돌리는 원상복구인가 목표 레벨까지 내진성을 향상시키는 것인가의 어느 것을 선택하느냐에 따라서 보강·보수 방법이 다르게 된다. 즉 현상 복귀에는 원칙으로서 보수 방법이 내진성 향상에는 보강 방법이 각각 이용되게 된다. 또한 신내진 설계법이 적용되기 이전의 건물에 대해서는 그림 3에 있어서, 원상복구만이 아니고 신내진 설계법에 대응하는 목표 내진 판정 지표 I_{s0} 을 만족시키는 것이 바람직한 본래의 보강 레벨이다.

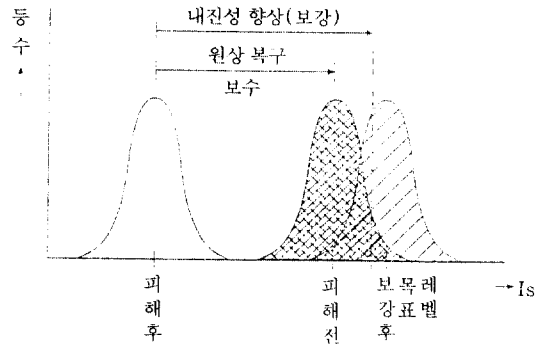


그림 2 내진성 향상 방법의 개념도

② 복구후의 목표 내진 판정 지표(I_{s0})

- 현재, 통상의 지진으로 十勝沖地震(1968년), 宮成縣沖地震(1978년)의 레벨을 상정해 내진 판정 지표(I_{s0})로 아래의 값이 설정되어 있다.

$$I_{s0} = 0.6 \quad (2)$$

- 이 값은 신내진설계법에 대응하는 값이다.^(1,2)

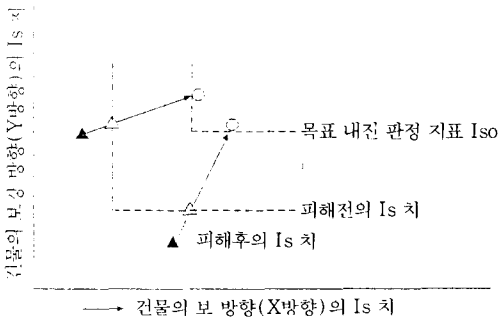


그림 3 Is 치와 목표 판정 지표(Iso)와의 관계

· 본고에서는 원칙으로서 현상 복귀를 목표로 해서 작성된 것이므로, 특히 목표로하는 내진 판정 지표를 정하지 않지만, 내진성을 높이는 것이 필요한 경우에는 이 값을 만족시키는 것이 바람직하다.

1.6 내진 보강의 개념

(1) 내진 보강의 개념

내진 보강의 개념을 그림 4에 나타낸다. 내진 보강의 방법에는 강도를 높이는 방법과 변형 능력을 높이는 방법의 크게 2가지로 분류된다. 또한 그림 4의 개념은 건물과 부재의 양자에 적용 할 수 있는 것으로 한다.

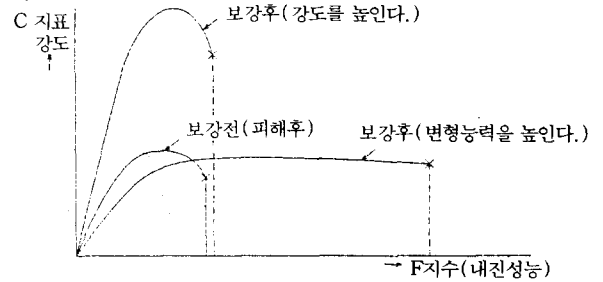


그림 4 내진 보강의 개념

(2) 보강 방법의 개요

① 강도를 높이는 보강 방법(그림 5)

철근콘크리트계에서는 기존의 라멘 부분에 내진벽을 새로이 증설하기도 하고, 기둥의 양측 혹은 한쪽에 기둥 측벽을 증설하는 방법이 있다. 철골계에서는 K형 및 X형의 브레이스 및 편심 브레이스, 철판 내진벽을 새로이 증설하는 방법이 있다. 어느 경우든 기존의 기둥, 보 부분과 신설 벽 및 브레이스가 일체로 되기 때문에 stud bolt 등을 이용해서 긴결한다. 기존의 건물이 변형능력이 작은 강도 저항형의 파괴 형식이 지배적인 경우에 유효하다.

② 변형능력(연성)을 높이는 보강방법(그림 6)

변형능력이 작은 기둥에 탄소섬유 및 철판을 감기도 하고, 요벽에 줄눈을 설치하여 단주를 장주

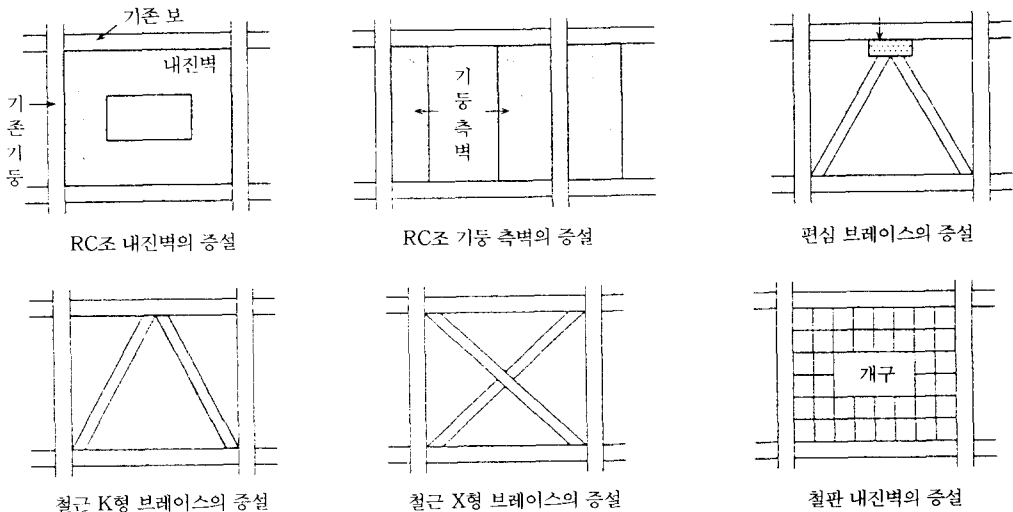
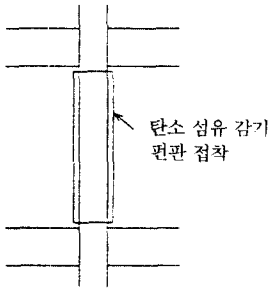
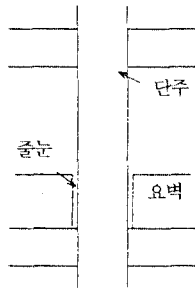


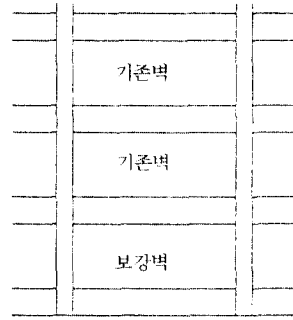
그림 5 강도를 높이는 보강 방법



전단 기둥의 탄소섬유 접착, 철판 접착

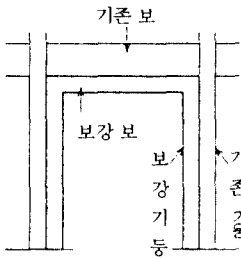


요벽에 줄눈을 두어 단주를 해소

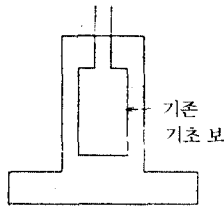


증설벽에 의해 연층벽을 회전 혹은 휨으로 한다.

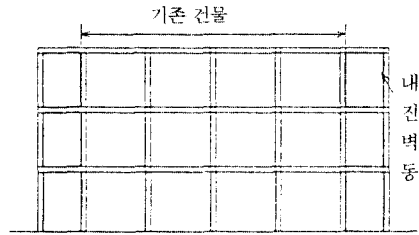
그림 6 변형능 (인성)을 높이는 보강 방법



기둥과 보의 보강



기초 보의 보강



내진벽 동의 증축

그림 7 기타 내진 보강 방법

로 하기도 하는 방법이 있다. 또한, 윗층에 연층의 내진벽이 있지만 1층에만 없는 피로티 형식에 내진벽을 증설해서, 파괴 형식을 변형능력이 높은 휨형 및 회전형으로 하는 방법도 있다. 기존의 건물이 변형 능력에 풍부한 파괴 형식이 지배적인 경우에 유효하다.

③ 기타 보강 방법(그림 7)

기둥만이 아니고 보를 포함한 가구의 보강, 보강에 의한 중량 증가에 의해서 기초의 지지내력이 부족한 경우의 기초보강, 전체의 가구의 성격상 건물 내부의 보강이 불가능하기 때문에, 건물의 양측에 내진성이 매우 큰 가구로 증축하는 등의 방법이 있다.

1.7 보강 공법의 종류

(1) 보강 공법의 개요

현재, 적용 가능한 보강 공법에는 표3에 나타내는 것이 있다.

(2) 보강공법의 구체적 내용

보강공법으로서 지금까지 여러방법이 제안되어 왔지만 이들 공법중에서 추천할 수 있는 것을 표 4에 나타낸다. 여기에 채용한 보강공법은 구조성능·실적·경비·시공성·설계자료의 정비 정도를 종합적으로 판단한 결과, 적용이 가능하다고 판단되는 것이다.

또한, 본고는 현상복구를 당면의 긴급과제로서 작성된 것이므로 여기서 각 공법의 상세한 시공 방법의 기술은 생략한다. 보강설계방법의 상세를 알고 싶은 경우는 표중의 설계식란에 표시되어 있는 문헌을 참조하기 바란다. 또한, 구체적인 보강 사례등에 대해서는 문헌 1), 2)에 개재되어 있다.

표 4 중의 공법상의 특색의 평가 기준인 A, B, C의 내용을 다음에 기술한다.

표 3 보강 공법의 부위별 종류와 특징

부위	보강 방법의 종류	특징		
		내진상·거주상	시공상	경비
벽	RC벽	<ul style="list-style-type: none"> • 양면대 • 휨강형률 $\mu_s (F=1.0)$ • 양면대 • 차폐양면대 	<ul style="list-style-type: none"> • 현상시공 • 작업공간이 작음 	• 비교적싸다
	대면벽	<ul style="list-style-type: none"> • 양면대 • 대면벽형 양면대 ($F=2.0-3.0$) • 양면대 • 양면대 거트된다 • 단면피복이 	<ul style="list-style-type: none"> • 부피피복화 가능 • 단면내부용 양면대 필요 • 단면스팀이 	• RC벽에 비견됨
	철골대면벽	<ul style="list-style-type: none"> • 양면대 • 대면벽형 양면대 ($F=2.0-3.0$) • 양면대 거트된다 • 단면피복이 	• 예 상	• 예 상
	철골벽	<ul style="list-style-type: none"> • 양면대 • 대면벽형 양면대 ($F=2.0-3.0$) • 양면대 거트된다 • 단면피복이 	• 예 상	• 예 상
기	대면기	<ul style="list-style-type: none"> • 양면대 • 대면벽형 양면대 ($F=3.0$) • 단면피복이 	<ul style="list-style-type: none"> • 수직접합 • 수직접합 가능 	• 비교적싸다
	철골대면기	<ul style="list-style-type: none"> • 양면대 • 대면벽형 양면대 ($F=3.0$) • 단면피복이 	<ul style="list-style-type: none"> • 수직접합 • 수직접합 가능 	• 예 상
기	대면기	<ul style="list-style-type: none"> • 양면대 • 대면벽형 양면대 ($F=3.0$) • 단면피복이 	• 수직접합 가능	• 예 상
	철골대면기	<ul style="list-style-type: none"> • 양면대 • 대면벽형 양면대 ($F=3.0$) • 단면피복이 	• 수직접합	• 예 상

표 4 보강공법 일람 (1)

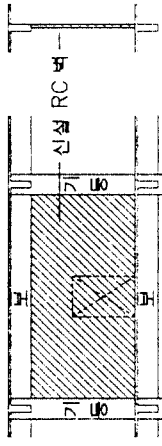
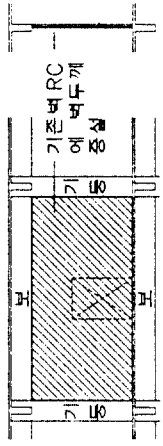
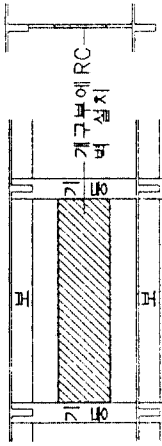
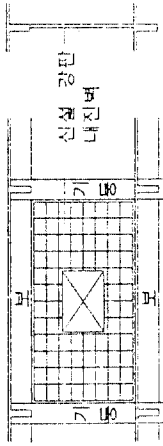
보강 요소	보강방법	보강 개요	실계시	공법상의 특성					비고
				중량 증가	강도	인성	시공성	계획상 제약	
내진벽	철근리프트에 의한 보		개수 지침2)	무개구 A 유개구 B	C	A	B	· 기존 RC 구조체와의 · 접합에 후시공 앵커 · 사용 · 개구를 설치하면 내력 · 이 저하한다.	
	기존 내진벽 의 벽두께 증가에 의한 보강		개수 지침을 준용	무개구 A 유개구 B	C	A	B	· 동 · 상	
	기존 벽의 내진 벽회벽 무개구 내진 벽 보강		개수 지침을 준용	무개구 A 유개구 B	C	A	B	· 기존 RC 구조체와의 · 접합에 후시공 앵커 · 를 사용	
	강판 내진벽 의 신설에 의한 보강		개수 지침	무개구 A 유개구 B	C	A	B	· 기존 RC frame과의 · 접합에는 철골 거푸집 · 과 모르타르 조인트 · 부를 두어 후시공 앵 · 커를 사용 · 인성도 향상한다. · (F=3.0도 가능)	

표 4 보강방법 일람 (2)

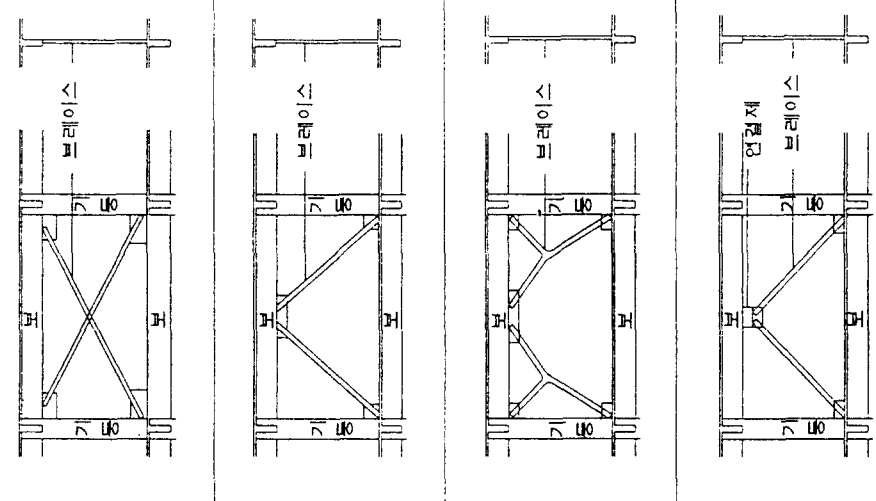
보강 요소	보강방법	보 강 개 요 	설계시 중가	공 범 상 의 특 색					비 고
				중량 증가	강도	인상	시공성	계획상 제약	
브 레 이 스	철골 판그리드 의 신축에 의한 보강 (I) (X형 브레이스)		개수지침	B	A	B	내부 C 외주 B	B	· 기존 RC frame과의 접합에는 철골 기둥집 과 모멘트트 조인트 부들 등이 후시공 영 커를 사용 · 브레이스재의 세장비 λ_e 가 $\lambda_e < 50\sqrt{f}$ 이면, 인상항상도 기대할 수 있다.
	철골 판그리드 의 신축에 의한 보강 (II) (K형 브레이스)		동상	B	A	B	동상	B	동 상
	철골 판그리드 의 신축에 의한 보강 (III) (만나도형 브레이스)		동상	B	A	B	동상	B	동 상
	철골 판그리드 의 신축에 의한 보강 (IV) (Y형 브레이스)		개수 지침용 준용	B	A	B	동상	B	· 인상도 향상한다. (F=3.0도 가능)

표 4 보강공법 일람 (3)

보강 요소	보강방법	보강개요	심개시	공법상의특성				비고	
				중량 중가	강도	인성	시공성		계획상 제약
기 5	용접 철망에 의한 보강		계수지침	B	C	A	B	A	· 벽이 붙어 있는 기둥에 · 대응 가능
	철판 길기에 의한 보강 -I-		동상	A	C	A	B	A	· 모르타르 주입중에 · 철판이 배부르는 경우 · 가 있다. · 원칙적으로 내화 피복 · 필요
	철판 길기에 의한 보강 -II-		동상	A	C	A	B	A	동상
	양끝, 띠판 에 의한 보강		계수 지침 준용	A	C	A	B	A	· 인성도 향상된다.

표 4 보강공법 일람 (4)

보강 요소	보강방법	보강 개요	설계서	관법상의특성				비고	
				중량 증가	강도	인성	시공성		계획상 제약
기	탄소섬유 감기에 의한 보강		C R S 연구회 지침	A	C	A	B	A	<ul style="list-style-type: none"> · 비이탈이 있는 기둥에 도 대응 가능 · 내립 기둥은 기계화 시공가능 · 원칙적으로 내화 피복 필요
	기둥, 벽체에 중립축에 대한 인성 향상		개수 지침을 준용	A	C	A	A	A	
동	기둥 단면의 종강		동상	B	B	A	B	A	
	기둥측벽에 대한 인성 보		개수지침	B	B	C	B	B	· 기존RC구조체와의 접합에 후시공 앵커를 사용

표 4 포장공법 일람 (5)

포장 요소	포장방법	보강개요	설계시 중량 종가	공법상의특색				비고	
				강도	인상	시공성	계획상 제약		
보	스티프 의한 중층에 의한 보강		A	B	A	A	C	A	원칙적으로 나와 피복 필요
	강판 용접에 의한 보강		A	C	A	A	B	A	용 상
	강판 접착에 의한 보강		A	B	A	A	C	A	용 상
	탄소섬유 접착에 의한 보강		A	C	A	A	C	A	용 상

- 중량의 증가 :
 - A ··· 그다지 변하지 않는다.
 - B ··· 약간 증가한다.
 - C ··· 상당히 증가한다.
- 강도 :
 - A ··· 상당히 증가한다.
 - B ··· 약간 증가한다.
 - C ··· 거의 변하지 않는다.
- 인성 :
 - A ··· 상당히 크다.
 - B ··· 보통
 - C ··· 비교적 작다.
- 시공성 :
 - A ··· 시공하기 쉽다.
 - B ··· 보통
 - C ··· 비교적 시공하기 어렵다.
- 계획상의 제약 :
 - A ··· 거의 영향이 없다.
 - B ··· 지장이 생기는 경우가 있다.

1.8 보수공법의 종류

(1) 보수공법의 개요

기둥·벽·보의 손상도에 따라서 보수 요령 및 램을 표5에 정리한다. 또한 표중에 나타낸 공법은 현실점에서 실시가 가능하다고 생각되는 것의 예이고, 본고의 취지에 따라서 보수 효과가 충분히 기대할 수 있다고 생각되는 공법이 달리 있는 경우에는 반드시 본 공법을 따르지 않아도 좋은 것으로 한다.

① 개념

원칙으로서, 원설계시의 성능을 회복시키는 보수 요령이다. 단, 손상도가 큰 부재에 대해서는 보강적인 요소를 가미하고 있으므로, 1.7의 보강 공법을 이용하는 경우도 있다.

손상도 III 이하의 부재 보수

- 수지 주입에 의해 원설계시의 성능을 회복시키고, 결함부는 부착성이 좋은 재료로 미관회복을 도모 한다.

손상도 IV의 부재 보수

- 수지 주입에 의해 원설계시의 성능을 회복시

키고, 결함부는 그 크기에 의해 보수 방법을 바꾼다.

손상도 V의 부재 보수

- 보수 방법의 선정은 반드시 구조 담당자가 행한다.
- 축력 지지 능력을 잃어버린 부재이므로, 공사에 앞서, 임시 서포트를 배치한다.
- 손상도에 따라서, 원칙으로서 보강 철근의 배치 및 큰크리트 단면의 증대를 도모한다.
- 건축의장, 가구의 배치 등에 의해 단면의 증대가 의도될수 없는 경우는, 주근의 절단, 용접등에 의한 방법을 이용해도 좋은 것으로 한다. 단, 보수 부분이 손상을 입어 주변 부분에 한정되어, 시공의 양부가 성능에 미치는 영향이 크므로, 압접등의 시공에 있어서는 신중히 행하여 충분히 응력이 전달되도록 하는 것으로 한다.

(2) 보수공법의 선택 기준

부재의 보수를 행하는 경우, 표 5의 어느 공법을 선택할 것인가의 기준이 필요하다. 보강공법의 선택 기준은, 표 4에 기술했지만, 그것과 비슷한 분류에 따라서 보수의 경우에 대하여 다음에 기술한다.

- ① 피해정도 : 부재의 피해도 등급(III이하, V)에 따라 공법을 선택한다.
- ② 시 공 성 : 부재의 건물내 위치, 주변의 설비 기기·배관, 재료·기계의 반입 경로·시공 기간등을 고려한 공법을 선택한다.
- ③ 내진성 : 현상복구를 원칙으로 하므로 보수공법을 이용하지만, 필요에 따라서, 보강공법을 선택하는 것에 의해 내진성을 향상시키는 방법을 선택한다.
- ④ 경 비 : 시공 방법, 시공 기간, 사용 재료, 시공 업자의 기량, 내진성의 향상 정도 등의 종합적인 판단에 의해 평가가 행하여진다. 최종적으로는, 공법을 제안하는 기술자와, 의뢰하는 자와의 협의에 의해 결정된다.

(3) 보수공법의 구체적 내용

보수공법의 구체적인 상세도 및 시공순서에 대해서는 문헌(1)을 참조하기 바란다.

표 5 보수공법 일람 보수요령(1) 기둥

손상도	등급 III 이하	등급 IV	등급 V		
손상도 이미지			<p>기둥 주근의 좌공을 동반한다. * 구조 담당자의 지시에 따른다.</p>		
C10	<p>관열보수 (관열폭 0.2~0.5mm) 주입재(에폭시수지) 관열 실린더형 주입기</p>	C20	<p>모르타르 압입 관열보수 무수축 모르타르 압입 박리 콘크리트 제거</p>	C30	<p>RC 단면 보강 표면처리 관열보수 D10@100 콘크리트타설 100 보강근D19@250정도 (기존 기둥면에서) 철판부 녹근은 수지양터에 의해 정착 철합부 관널안에 정착 보강근은 보 폭은 철합부 관널안에 정착</p>
C11	<p>결손을 동반하는 관열보수(1) (관열폭 5~10mm) 수지모르타르 G(에폭시주입) 주입파이프(4분/m)</p>	C21	<p>콘크리트 타설, 모르타르 주입 관열보수 댕리근(3φ@50) 무수축 모르타르 주입 혹은 콘크리트 타설 박리 콘크리트 제거</p>	C31	<p>철판보강 모르타르 주입 E-6 관열보수 E-4.5 무수축 모르타르 주입 박리 콘크리트 제거 좌공주근 좌공주근에 알맞는 중근 LD16@80 (수지양커)</p>
C12	<p>결손을 동반하는 관열보수(2) (관열폭 10mm 이상) 수지모르타르 G(에폭시주입) 주입파이프(4분/m)</p>	C22	<p>용접금방, 모르타르 주입 관열보수 용접금방(6@100) 무수축 모르타르 주입 박리 콘크리트 제거 80 (기존 기둥면에서)</p>	C32	<p>강판보강, 모르타르 압입 100(기존 기둥면에서) E-6 기존콘크리트(파쇄가진행) E-4.5 무수축 모르타르 압입 좌공주근 좌공주근에 알맞는 중근 LD16@80(수지양커)</p>
C13	<p>결손부 보수(1) 15 정도 수지모르타르 박리 콘크리트 제거</p>	C23	<p>철판보강, 모르타르 주입 관열보수 용접금방(6@100) 무수축 모르타르 주입 박리 콘크리트 제거 상하에 분할하는 경우는 서로 용접</p>	C33	<p>철판보강, 철근보강, 모르타르 압입 100(기존 기둥면에서) E-6 기존콘크리트(파쇄가진행) E-4.5 무수축 모르타르 압입 좌공주근 좌공주근에 알맞는 중근 LD16@80(수지양커)</p>
C14	<p>결손부 보수(2) 50 정도 풀러모르타르 박리 콘크리트 제거</p>	C24	<p>탄소섬유에 의한 보수 라운드면 처리(R≥30) 관열보수 무수축 모르타르 주입 박리 콘크리트 제거 탄소섬유 줄기감기(12K사 2분/cm 이상) 혹은 탄소섬유 시트감기(175k/m 시트 1층 이상)</p>	C34	<p>철판보강, 철근보수, 모르타르 압입 100(기존 기둥면에서) E-6 기존콘크리트(파쇄가진행) E-4.5 무수축 모르타르 압입 좌공주근 좌공주근에 알맞는 중근 LD16@80(수지양커)</p>
C15	<p>결손부 보수(3) 100 정도 공기 구멍 파이프(φ) 무수축 모르타르주입 거푸집 피복콘크리트가 80이상의 경우에는 댕리근(3φ@50) 주입파이프(φ50) 박리 콘크리트 제거</p>			<p>측벽이 있는 기둥의 보수방법은, C30, C35의 보수요령 시트를 참조, 콘크리트 타설은 원칙적으로 100m 이상으로 한다.</p>	

표 5 보수공법 일람 보수요령(2) 내력벽 및 외벽

손상도	등급 III 이하	등급 IV	등급 V
손상도 이미지			 배근의 횡 폭은 외단이 있는 경우
	* 구조 담당자의 지시에 따른다.		
W10	균열보수 (균열폭 0.2~0.5mm) 주입재(에폭시수지) 균열 실린더형 주입기	W20	결손부 보수(1) 균열보수 무수축 모르타르 압입 메쉬근 3φ@50 (피복두께 100 이상의 경우에 배근) 박리 콘크리트 제거
W11	결손을 동반하는 균열보수(1) (균열폭 5~10mm) 수지모르타르 G(에폭시주입) 주입파이프(4분/m)	W21	결손부 보수(2) 무수축 모르타르 주입 혹은 콘크리트 타설 10d 박리 메쉬근 3φ@50 콘크리트(피복두께 100 이상의 경우에 배근)
W12	결손을 동반하는 균열보수(2) (균열폭 100mm 이상) 수지모르타르 G(에폭시주입) 주입파이프(4분/m)	W31	벽두께 수지앵커 (D13@175) 수지앵커 벽근(D10@175) 콘크리트 타설 120 이러치기면 정리 겹침이음 혹은 용접 수지앵커 (벽근과 같은 크기 같은 간격)
W13	결손부 보수(1) 15 정도 수지 모르타르 박리 콘크리트 제거	W32	철골 브레이스 증설 무수축 모르타르 충진 철골브레이스 부구 W30에 순한다
W14	결손부 보수(2) 50 정도 플러머 모르타르 박리 콘크리트 제거	W33	벽 재시공 벽근(기존철근과 같은 크기 같은 간격) 용접폭은 겹침이음
			콘크리트 두께는 원칙적으로 두께 100mm 이상으로 한다.

표 5 보수공법 일람 보수요령(3) 큰보

손상도	등급 III 이하	등급 IV	등급 V
손상도 이미지			 큰보 주근의 항복을 동반한다. * 구조담당자의 지시에 따른다
보수법	B10 균열보수 (균열폭 0.2~0.5mm) 주입재(에폭시수지) 관열 실 일린더형 주입기	B20 결손부 보수(1) 관열 보수 수지 모르타르	B30 부분 재타설 상부 상극부에 에폭시 주입 기존철근 10d 콘크리트 타설 혹은 모르타르 주입 보강철근 기존철근 수지앵커
	B11 결손을 동반하는 균열보수(1) (균열폭 5~10mm) 100 200 관열 앵커근(3φ@50) (보하부동 낙하의 위험이 있는 경우) 에폭시주입 수지 모르타르	B21 결손부 보수(2) 관열 보수 앵커근(3φ@50) 수지모르타르 입입	B31 재시공(1) 콘크리트 타설 구멍 수지앵커 상부 상극부에 에폭시주입 100 기존철근 보강철근 (보강근과 같은 크기 같은수)
	B12 결손을 동반하는 균열보수(2) (균열폭 10mm 이상) 100 200 관열 앵커근(3φ@50) (보하부동 낙하의 위험이 있는 경우) 에폭시 주입 수지모르타르	B22 철판에 의한 보수 수지앵커 M12@300 E-4.5 100 무수축 모르타르 주입	B32 재시공(2) FB50×9이상 넛용접 주입구 충철스터립 D13@200 기존구체정리 100 배근철근 D13 이상 무수축 모르타르 입입 혹은 40d 이상 정착 콘크리트 타설 용접이유 전철주근에
	B13 결손부 보수(1) 15 정도 수지 모르타르 박리 콘크리트 제거	B23 탄소섬유에 의한 보수 후시공 앵커(M16@200) 누름강판(FB-6×75) 탄소섬유 시트 감기 (175g/m ² 시트, 1층 이상) 표면 정리 라운드면 처리(R:30 이상)	
	B14 결손부 보수(2) 50 정도 폴리머 모르타르 박리 콘크리트 제거		

표 5 보수공법 일람 보수요령(4) 비내력의 내벽

구분	형식 III 이하	형식 N	형식 V
손상면 이미지			
보수법	GW10 균열보수(1) (균열폭 0.2~0.5mm) 보수요령	GW20 결손부 보수 라스판 위에 무수축 모르타르 바름 바리 콘크리트 채기	GW30 전식벽의 재시공 LGS+보드등의 전식벽 남은벽부분은 철거, 철근 절단부는 필요에 따라 방청처리한다.
	GW11 균열보수(2) (균열폭 0.5~2mm) 균열 V-cut 후에 실		GW31 블록쌓기 수지앵커블록 수직근과 같은 크기, 같은 간격 콘크리트 이음콘크리트 블록 실 수지앵커 D10@200 벽의 남은부분을 철거 철근절단부는 필요에 따라 방청처리한다.
	GW12 균열보수(2) (균열폭 2mm 이상) 시멘트계 그라우트 주입 균열 실		GW32 ALC화 수지앵커 D10@250 ALC동 이음콘크리트 수지앵커 D10@200 벽의 남은부분을 철거 철근절단부는 필요에 따라 방청처리한다.
	GW13 결손부 보수(1) 2~3mm 정도 얇게 바르는 모르타르		
	GW14 결손부 보수(2) 50 정도 폴리머 모르타르 바리 콘크리트 채기		

(4) 시공에 관한 공통 사항

각종 보수 공법을 실시하는 경우에 시공시의 공통 사항을 생각할 수 있다. 이 중에 특히 시공시에 유의해야 할 사항을 정리하여 기술한다. 상세한 내용에 대해서는, 문헌 (1), (2)에 기술되어 있다. 또한 여기서는 현재 일반적으로 사용되고 있는 사례에 근거한 것이므로, 그 외에 여기서 기술할 내용과 동등 이상의 성능이 확보될 수 있는 방법이 있으면 반드시 본항의 내용에 따르지 않아도 된다.

① 현장용접법

- 철판보강 : 두께 4.5mm 이상으로 하고, 용접은 기동면 중앙 혹은 코너부에 있어서 뒷판등을 사용해서 신중히 시공한다.
- 보강근 : 보강에 사용하는 철근은 기존의 철근과 10d 이상의 겹침을 하고 플레어 용접으로 한다.

② 수지앵커

- 수지 앵커의 시공 간격, 앵커 직경, 앵커 깊이 등은 보강근에 알맞은 적절한 것을 선택한다.
- 수지 앵커는 보수효과를 충분히 발휘시키는 사양을 갖는 것으로 한다.
- 신뢰할 수 있는 시공자를 선정하고, 필요에 따라서 앵커 시험을 실시한다.

③ 무수축 모르타르 콘크리트

- 그라우트하는 모르타르는 조강형 특수 시멘트계 무수축 모르타르로 하고, 조합은 프리믹스타입을 표준으로 한다.
- 모르타르 대신에 콘크리트를 사용하는 경우는 모르타르와 동등이상의 성능을 갖는 것을 사용한다.

④ 수지주입법

- 균열의 보수에서는 에폭시 수지를 사용한다.
- 주입에는 균열부에 실등을 행하고, 충분히 균열내에 수지가 침투하는 방법을 사용하는 것으로 한다.

1.9 맺음말

지난 1월 17일 일본 효고현에 발생된 지진으로 수많은 건물들이 구조적인 피해를 입었으나, 일본에서는 그 동안에 쌓아온 콘크리트 구조물 보수·보강에 대한 많은 시험과 시공경험을 통해 짧은 시간내에 체계적인 보수·보강 기법에 대한 지침이 발간되었다.

본 고에서는 그중 일부를 소개하였으나, 우리도 여기서 소개한 방법을 토대로 국내실정에 맞는 기본적인 보수·보강에 대한 지침안을 작성하여 보수·보강공법의 체계화를 이루어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. RC造, S造, SRC造 建築物의 被害 및 補強事例(兵庫縣南部地震被災度判定體制支援會議)
2. 既存 鐵筋콘크리트造 建築物 耐震診斷基準同解説, 耐震改修指針同解説(日本建築防災協會) 