

콘크리트 건축구조물의 화재 피해사례 및 손상정도 분석

Case Study Damaged by Fire and Repair Methods for Concrete Building



권영진*
Young-Jin Kwon

1. 서론

콘크리트 건축구조물은 화재발생시 비교적 우수한 성능을 발휘하는 것으로 알려져 왔으나 각 종 화재사례에서 보듯이 균열, 폭발, 내구성 및 내력저하 등 다양한 형태의 피해가 발생하게 된다. 이에 본 고에서는 콘크리트 건축구조물의 화재 피해사례 및 손상정도를 분석하고 이의 보수·보강방안에 대해 검토하고자 한다.

2. 국내·외 콘크리트 건축구조물의 화재 피해사례 조사 분석

<표 1, 2>, <사진 1, 2>는 국내·외에서 발생된 콘크리트 건축구조물의 대표적인 화재 피해사례를 나타낸 것으로 보이는 바와 같이 건축구조물의 화재 발생이 빈번히 발생되고 있으며, 건축구조물이 대형화·초고층화 됨에 따라 피해규모 또한 증대되고 있다. 또한 <사진 3>과 같이 화재피해를 입은 콘크리트 건축구조물의 피해형태를 살펴보면 구조체 콘크리트의 균열, 박리·박락, 폭발, 철근노출, 화열에 의한 중성화, 구조물의 변형(좌굴) 등이 다양한 형태로 발생되고 있음을 알 수 있다.

표 1. 국내 콘크리트 구조물 화재피해 사례

발생년도	구조물명칭	사망자수
1971	호텔 대연각	163명
1974	대왕코너	88명
1975	광화문호텔	3명
1975	부산 부원아파트	8명
1979	라이언스호텔	5명
1984	부산 대야호텔	38명
1993	청주우암상가	28명
1998	부산냉동창고	27명

* 정회원, 호서대학교 소방방재학과 교수
Jungangman@naver.com

표 2. 국외 콘크리트 구조물 화재피해 사례

발생년도	국가명	구조물용도	사망자수
1974	브라질	주차장사무소	188명
1975	미국	사무소빌딩	32명
1976	일본	공동주택	1명
1980	미국	호텔	85명
1982	일본	호텔	32명
1986	푸에르토리코	사무소빌딩	96명
1996	대만	사무소빌딩	39명
1997	태국	호텔	92명



(a) 부산냉동창고 화재



(b) 호텔 대연각 화재



(c) 대왕코너화재



(d) 일산아파트화재

사진 1. 국내 건축구조물 화재피해 사례^{1, 2)}

3. 화재피해를 입은 구조물의 손상정도 평가 및 분석

화재피해를 입은 콘크리트 건축구조물을 재사용하기 위해서는 손상정도를 평가·분석하는 것이 매우 중요하며, 일반적으로 아래의 방법으로 진행된다.



사진 2. 국외 건축구조물 화재피해 사례



사진 3. 화재피해를 입은 콘크리트 구조물의 피해형태^{1, 2)}

3.1 1차 조사

1차 조사단계에서는 화재피해를 입은 건축물을 외관상 육안으로 관찰하여 구조체의 균열, 들뜸, 박리·박락, 휨 또는 처짐 등의 화재피해 정도를 추정하며, <표 3>과 같이 상세조사 대상 부위의 범위 및 조사수법 등을 선정한다.

3.2 2차 조사

1차 조사 후 피해 I 등급(무피해)이외의 경우 콘크리트 반발경도

및 중성화시험, 코어채취, 철근채취시험과 재하시험 등 구조체시험을 실시하며, 피해 II등급 상·하위 판단이 곤란한 경우 상세조사(콘크리트 코어채취시험, 콘크리트의 수열온도 추정 등)를 실시한다. 또한 피해 IV등급 또는 V등급의 구별이 곤란한 경우 다시 상세조사(진동시험 및 재하시험)를 실시하여 피해등급을 판단한다.

3.3 손상정도 분석을 통한 화재피해등급 산정

일반적으로 화재피해 등급은 상기의 손상정도 분석을 토대로 <표 4>와 같이 I~V등급으로 분류하게 된다. 또한 <표 4>에는 각 등급별 대표적인 피해사례를 사진으로 나타냈으며, 이를 근거로 건축구조물의 재사용을 위한 보수·보강 여부를 판단하게 된다.

4. 화재에 대한 보수·보강 공법의 선정

일반적으로 화재에 의한 열화는 비교적 심각한 경우가 대부분이고, 부재내력을 저하하게 하며, 콘크리트의 균열, 박리·박락, 폭렬 등 표면적인 열화를 발생하기 때문에 미관회복, 내구성 확보(열화인자 차단·제거), 내력회복을 목표로 대책이 이루어진다. <표 5>는 화재피해를 입은 구조물에 대한 보수·보강원칙을 나타낸 것이다. 즉 미관회복을 위해서는 표면회복공법이 적용되며, 열화인자 차단 또는 열화인자 제거를 위해서는 단면복공법 및 이와 더불어 각종 보강공법이 적용된다. 또한 변형성능 제고를 위해서는 부재를 증설하거나 교체하는 공법이 주로 적용된다.

한편 국내에서도 콘크리트 구조물의 보수·보강을 위한 다양한 공법이 개발되어 적용되고 있으며(건설신기술 약 30개의 공법), <그림 1>에서 보는 바와 같이 건설신기술 제563호는 구조물의 내화성능과 보수성능(내구성보원)을 동시에 확보할 수 있는 공법인 것으로 조사되었다.

표 3. 건축구조물의 화재피해 조사

조사수단	조사항목	화재 상황	콘크리트			철근 역학 성능	부재	
			압축 강도	탄성 계수	수열 온도		내력	강성
1차 조사	육안관찰	○	-	-	-	-	-	-
	콘크리트 변색상황	-	-	-	○	-	-	-
2차 조사	중성화깊이의 측정	-	-	-	◎	-	-	-
	압축경도시험측정	-	◎	-	-	-	-	-
	코어샘플 압축시험	-	◎	-	-	-	-	-
	탄성계수	-	-	◎	-	-	-	-
	철근의 인장시험	-	-	-	-	◎	-	-
	재하시험	-	-	-	-	-	◎	-
	진동시험	-	-	-	-	-	-	◎

표 4. 화재피해의 등급

피해등급	화재 후 피해내용	대표사례			판정결과
I	* 무피해의 상태 ① 피해가 전혀 없다 ② 마감재료 등이 남아 있다.				보수 불필요
II	* 마감재 부분에 피해가 있는 형태 ① 구체에 그늘음이 부착 ② 콘크리트 표면 수열온도 500°C 이하 ③ 상판, 보의 바리가 약간 발생				보수 필요
III	* 철근위치에 도달하지 않은 피해 ① 미세한 균열 ② 콘크리트 수열온도 500°C 초과 ③ 기둥의 폭열이 약간 발생				보수 필요
IV	* 주근의 부착이 문제가 있는 상태 ① 표면에 수 mm폭의 균열 ② 철근의 일부 노출				보강 보강 필요
V	* 주근 좌굴 등 실질적 피해발생 상태 ① 구조부재로서의 손상이 크다. ② 폭열의 범위가 크다. ③ 철근 노출이 크다. ④ 휨이 두드러진다.				부재 교환

표 5. 화재 등급별 보수·보강 공법의 선정

표구성능	경도(輕度)성능저하		중도(中度)성능저하		중도(重度)성능저하		손괴(損壞)	
	적용성	적용공법	적용성	적용공법	적용성	적용공법	적용성	적용공법
미관회복	◎	표면피복	○	표면피복	-	-	-	-
열화인자 차단	○	표면피복	◎	표면피복	-	-	-	-
열화인자 제거	△	단면복구	◎	단면복구	◎	단면복구	○	-
변형성능 제거	-	-	○	보강	◎	보강	◎	보강(증설·교체)

[주] ◎: 주 공법으로서 적용해야할 공법, ○: 주 공법 다음으로 적용성이 높은 공법
△: 구조물의 열화상황 등에 따라 적용을 검토해야 하는 공법

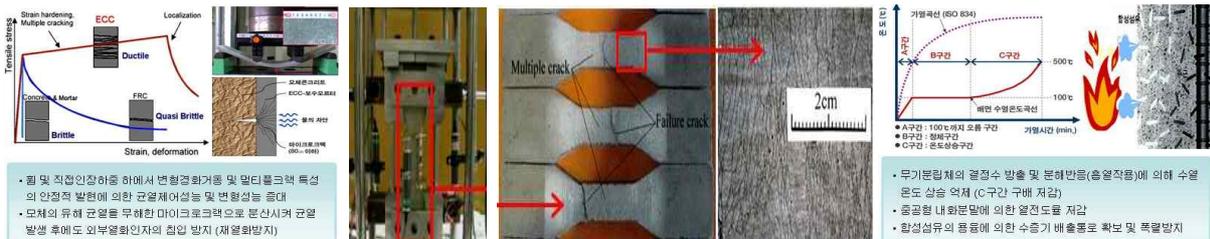


그림 1. 건설신기술 제563호(ECC-내화보수공법)의 성능개요

5. 맺음말

최근 들어 국내에서도 콘크리트 건축구조물의 화재발생 및 피해사태가 크게 증대되고 있으나 아직까지 피해사태 및 형태, 화재피해 구조물의 조사·진단수법 등의 재사용을 위한 보수·보강지침 등이 외국의 사례에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 체계적이고 객관적인 조사·진단수법 및 보수보강지침 등이 국내 실정에 적합하게 정립될 필요가 있다. ☑

참고문헌

1. 권영진, 이차돈, 홍성걸, 신영수, 이경구, 철근콘크리트 구조물의 화재조사·진단방법 및 유지관리방안, 콘크리트학회지, Vol. 14, No. 5, 2002, 9, pp. 40 ~ 46.
2. 김화중, '콘크리트 구조물의 화재사례', 콘크리트학회지, Vo. 20, No. 5, 2008. 9, pp. 12 ~ 21.

담당 편집위원 : 정해문(한국도로공사) haimoon@ex.co.kr