

지진 시 건축물의 화재안정성

1. 개요

일본은 지금까지, 지진으로 인한 많은 화재(이하, '지진화재')를 경험해 왔다. 지진화재는 대부분 시가지 대화재로 성장하여, 지진에 의한 순수 피해보다 더 많은 피해를 발생시켰기 때문에 지진은 강풍과 함께 시가지 대화재 발생의 주요 요인으로 간주되었다.

1976년의 야마가타현 사카타시의 대화재는 전쟁 직후의 도시 대화재가 발생한 구조와는 달리, 방화대책이 시행된 도시에서 강풍에 의한 시가지 대화재라는 관점에서 현대의 도시에 있어서도, 강풍에 의한 시가지대화재가 발생 할 수 있다는 위험성을 단적으로 입증하고 있다. 또한 1995년 한신아와지 대지진은 현대 도시에 있어서 지진화재의 문제점이 재차 부각되는 계기가 되었다.

과거의 지진화재 경험을 통해 법적인 정비가 강화되어 왔으나, 그 대책의 기본방향이 도로나 공원 등 공터의 보호, 건물의 불연화, 노후화목조 밀집지역의 제거라고 하는 제도 정비 등이 중심이 되었다.

그러나 시가지를 구성하는 건축물 측면에서 살펴보면, 건축물들에 요구되어지는 성능에 대한 충분한 검토가 행해졌다고는 할 수 없다. 따라서 지진 시 건축물의 화재 안정성 검토 결과를 토대로 지금까지 주로 시가지대화재의 대책으로 불리었던 「**도시의 불연화**」와 차후 그것을 실현하기 위해서 내화건축물의 화재안정성에 대한 역사 및 대책 등의 정리를 통해 현재의 법령과 건축물의 개선 사항에 대하여 기술하고자 한다.

[표 1 : 관동대지진 이후의 주요 지진화재]

발생년월일	지진명	진도	화재건수	소실동수
1923.9.1.	관동대지진	7.9	628	447,128
1927.3.7.	키타탄고지진	7.5	475	9,151
1946.12.21	남해지진	8.1	16	2,598
1948.6.28	후쿠이지진	7.3	57	3,851
1964.6.16.	니이가타지진	7.5	13	290
1993.7.12.	1993년 홋카이도남서오키지진	7.8	9	189
1995.1.17	1995년 효고현남부지진	7.2	262	7,123

[표 2 : 1946년 이후의 공장화재, 지진화재등을 제외한 주요 시가지화재]

발생년월일	출화장소	출화원인	사망자 수	소손동수
1946년 5월 8일	니가타현	연돌의 불씨	2	1337
1947년 4월 20일	이다시	연돌의 불씨	-	3742
1947년 4월 29일	이바라기현	연돌의 불씨	-	1508
1949년 2월 20일	노다시	스토브	3	2238
1950년 4월 13일	아타미시	흡연	-	1461
1951년 12월 16일	마츠자카시	흡연	-	1155
1952년 4월 17일	돗토리시	기관차 비화	3	7240
1954년 9월 26일	홋카이도	화분의 잔화	33	3299
1955년 12월 3일	나세시	흡연	-	1361
1956년 3월 20일	노다시	화로	-	1475
1956년 9월 10일	우오즈시	-	5	1677
1958년 12월 27일	카고시마현	화로	-	1628
1961년 5월 29일	이와테현	아궁이	5	1062
1976년 10월 29일	사카다시	-	1	1774

2. 시가지대화재방지를 위한 도시불연화의 역사

지금까지의 지진대책으로는 석유스토브나 가스기구 등 화기, 가스사용시설의 지진대비 장치 설치, 건축구조의 내진화 등의 대책과 방화지역, 준방화지역의 지정, 도시불연 촉진사업이나 내진개수 촉진사업 등의 제도가 추진되어왔다. 그리고 시가지 대화재의 건축물에 대한 대책은 지진화재의 방지 또는 억제를 직접적인 목적으로 하기보다 다음과 같은 사항에 중점을 두고 있었다.

- (1) 지붕의 불연화
- (2) 건축구조의 불연화
- (3) 가연성 외벽의 방화조치 강화
- (4) 소방력정비 및 강화(소화전 증설, 펌프차량의 배치, 소방관의 증원 등)

일본의 도시 불연화 역사를 보면 대규모 재정과 기술(내진 방화의 건축구조), 거주습관(일본인은 개방성을 좋아함)의 3가지 요인이 관계되어있다. 이러한 점은 현재의 도시구조를 보아도 알 수 있고 아직도 과도기 상태이지만 지금까지의 역사로부터 배워야할 점도 많기 때문에 그 중 몇 개를 소개한다.

1872년의 긴자대화재를 계기로 그림1과 같이 피해를 입었던 현재의 교바시·긴자·매립지 일대가 서양식 벽돌구조 건축에 의해 재개발되었다. 그러나 건설된 벽돌구조는 고온다습의 일본기후에 적합하지 않다는 점, 평면계획적인 배려가 없었던 점, 가격이 높았던 점 등의 문제도 있고 모처럼 방화지로서 구성한 건물이었지만 그 후 도로확장사업에 의해 해체되게 되었다. 더욱이 1923년의 관동대지진화재에 의해 지금까지 불연화를 위해 추진되던 벽돌구조·두꺼운 흙벽구조에 대한 내진성의 문제점이 나타났다.

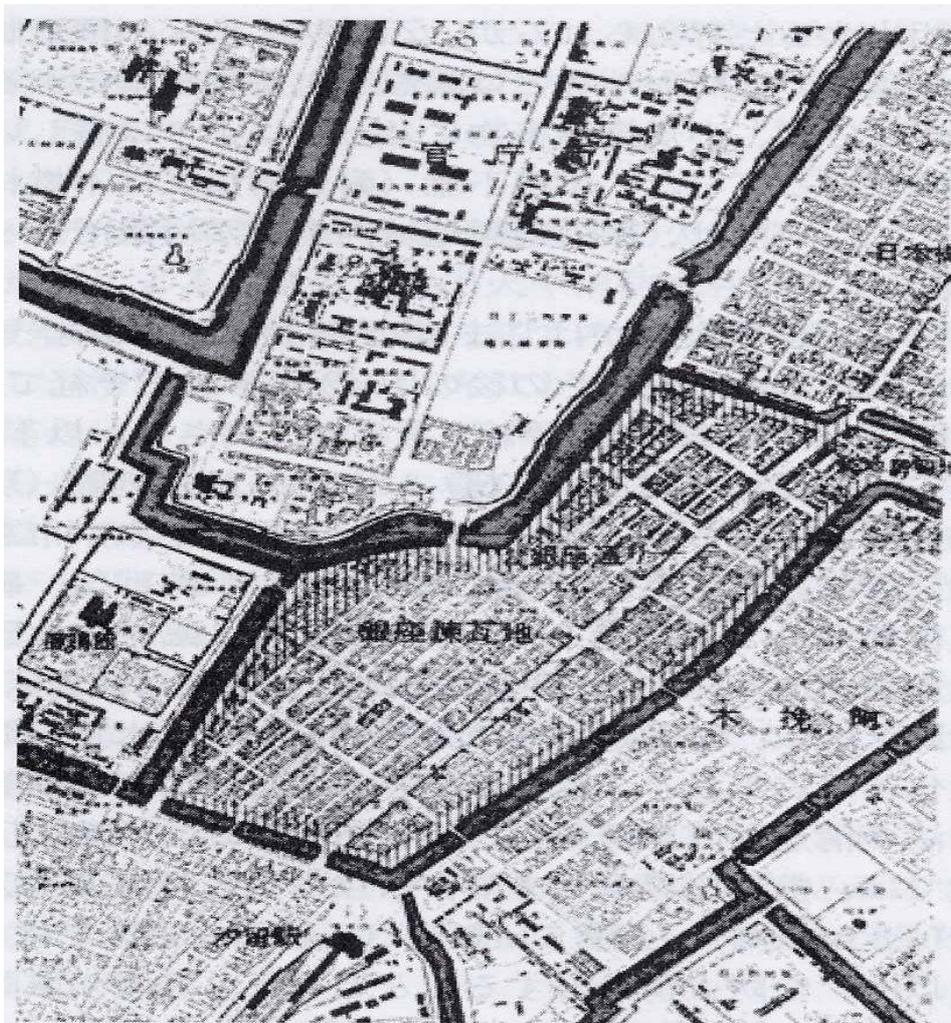


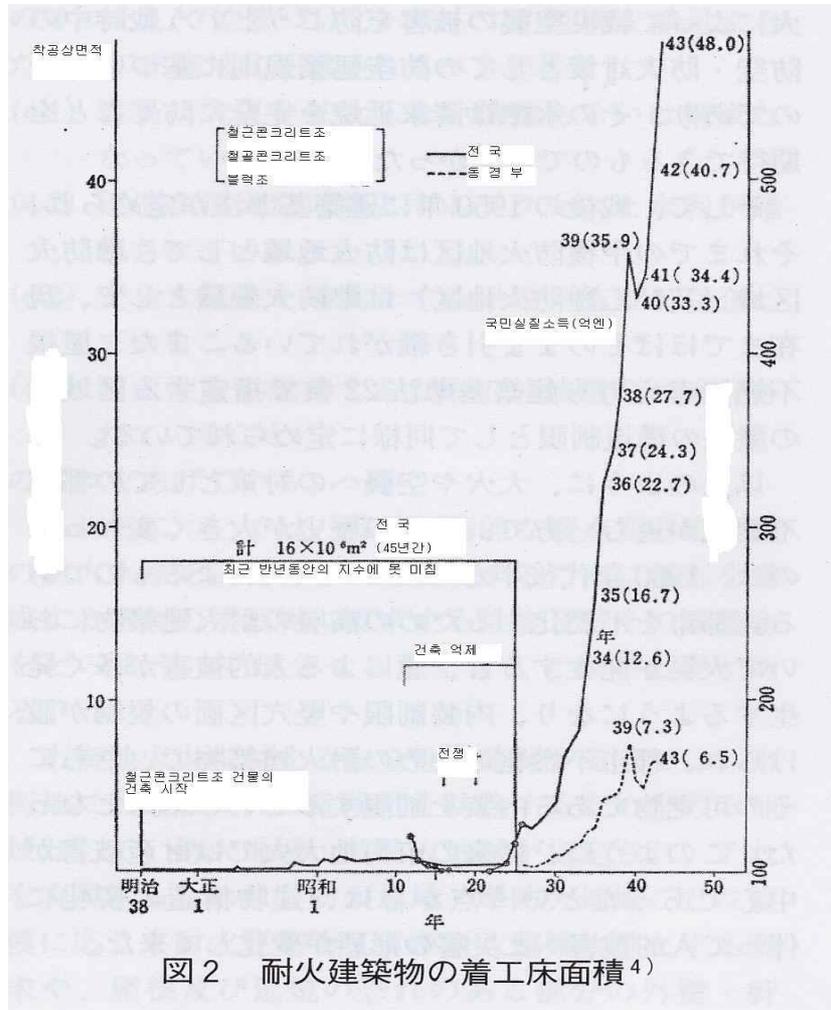
図1 大火後の銀座煉瓦地¹⁾

[그림 1 : 대형화재 방지를 위한 벽돌조 건축구역 예]

당시는 철골구조·철근콘크리트구조·철골철근콘크리트구조에 의한 내화 건축물 건설이 보급되지 않았고(그림 2 참조) 그 후, 제2차 세계대전 전 방공건축의 개발

등을 배경으로 일본의 전통적인 공법으로 외벽과 집안 내부에 시멘트를 칠하는 등의 방화구조가 개발되게 되었다. 이와 같은 과정을 통해 시가지대화재를 계기로 석조·벽돌구조로 불연화된 런던 등과 비교한다면 일본의 도시는 철근콘크리트나 방화구조 건물군 등을 형성하게 되었다.

현재의 방화지역·준 방화지역에 의한 규제에 따른 시가지화재확산을 방지하기 위한 과정을 살펴보면 다음과 같다.



[그림 2 : 내화구조건축물 년도별 착공면적 비교]

긴자대화재 후, 니혼바시대화재를 거쳐 1881년에 제정된 도쿄시의 방화도로 및 옥상제한령은 니혼바시, 교바시, 칸다라는 3지구 내에 방화선로를 정하는 건축물의 구조제한에 의한 방화대를 구성하고 도심구의 지붕불연화를 추구했고, 이것은 현재의 방화지역제의 시초가 되었다. 그리고 1919년에 제정된 시가지건축법은 갑종

방화지구와 을종방화지구를 지정하여 갑종방화지구는 외벽 지붕을 내화구조(규모에 따라 보·기둥·계단 등도 적용) 및 개구부의 구조 제한, 을종방화지구는 외벽의 내화구조 또는 외벽의 준 내화구조와 지붕을 불연 재료인 금속판을 사용하여 지붕하부의 가연물 연소를 방지하고 개구부의 구조 제한 등을 적용하였다.

갑종방화지구의 구조제한은 현재의 방화지역의 수준과 동등하다고 생각되지만, 을종방화지구의 구조제한은 현재의 준방화지역과는 달리 건물규모에 의한 차이를 두지 않았고, 소규모건축물에 있어서는 더욱 엄격한 제한이 있었다. 지붕불연(내화구조 또는 불연재료)에 대해서는 법의 적용지역 내 전 지역이 대상이었다.

제2차 세계대전이 시작된 1939년에는 방공건축규칙이 지정되어 그 후 1942년의 개정을 통해 도로중심선 또는 이웃경계선보다 3미터(건물높이 4미터이하) 또는 5미터(건물 높이 4미터 초과)에 의한 방화조치의 규정이 도쿄시를 시작으로 주요 도시에 적용되었다.

휴전 후 전쟁화재 복구작업이 한창이던 1948년에 임시 방화 건축규칙이 지정되어 갑종방화지구, 을종방화지구, 준방화구역 및 무지정지역으로 구분되고 목조의 방화에 중점을 두어 경제사정을 고려하여 시가지 건축법의 구조제한을 완화시키기도 했다.

준방화구역에서는 이웃경계로부터 1층 3m 이내(을종방화지구 : 5m 이내), 2층 5m 이내(을종방화지구 : 7m 이내)를 방화구조로 하게 되어 현재의 준 방화지역에 해당하는 규제 내용이 거의 완성되었다.

이 방화구조는 이웃주택연소로 인한 화재확산지연과 주택단위의 자체 소방활동에 의한 소화로써 전쟁 시 공습의 피해를 방지하고자 하는 방공, 방화대책으로 방공 건축규칙에 기초한 것이나, 그 수준은 이웃집으로의 연소 확대를 완전히 막는 것까지는 기대할 수 없었다. 그리고 전쟁후의 1950년에 건축기준법이 제정되어 기존의 갑종방화지구는 방화지역으로, 준방화구역(또는 을종방화지구)은 준 방화지역으로 현재까지 거의 그대로 운영되고 있다.

또한 지붕불연의 방법도 건축기준법 제22조에 지정한 구역의 지붕에 대한 구조제한으로서 함께 지정되어 있다. 이와 같이 대화재나 공습에 대한 대책으로서 도시 불연화가 진행되는 반면 피해의 역사가 크게 변화된 것은 1960년대 후반부터의 빌딩화재에 의한 것이다. 도시를 불연화하기 위한 고층의 내화건축물이 건축되고

화재가 발생하면 연기에 의한 인적피해가 늘어나게 됨에 따라 내장재의 제한과 방화구획의 규제가 마련되고 도시 불연화를 위해 내화건축물에서 가연성 내장재 사용을 제한하는 결과가 되었다. 이와 같이 종래의 시가지대화재에서는 재산피해가 중심이었으나 건물구조의 변화에 따라 인적피해로 재해의 형태가 변화되었다.

3. 건축물 또는 시가지 지진 시에 요구되는 방화성능

(1) 건축물에 요구되는 지진 시의 방화성능

지진 시의 건축물 내부에 발생하는 화재에 대하여 건축물이 확보해야 할 주요 안정성은 기본적으로는 화재의 확산방지와 인명의 피난안전 확보이다.

시가지 화재 경험에 따르면 지진 시의 출화는 강풍과 함께 시가지 화재의 주요원인이 되며, 강풍에 의한 시가지화재는 여러 가지 원인에 의해 화재가 확대되어 화재확산 속도가 소방력을 상회하면 시가지 화재로 발전된다. 강풍에 의한 화재확산에 영향을 주는 요소로는 화재가 발생된 건물에 공기의 공급, 화염 및 불티 등이 있다. 이에 반하여 지진화재는 다음과 같은 위험성을 가중시키는 요인이 있다.

- 출화 요인의 증가(화기의 전도, 설비 배선 등으로부터 발열 등)
- 지붕재, 방화피복, 개구부의 유리 등의 균열 탈락 등에 의한 성능 저하
- 설비 등의 작동장애(방화구획 형성 피난경로 상의 지장 등)
- 정보전달수단의 장애(소방기관에의 통보 피난 유도 등의 장애)
- 소방 활동의 지장(수리 확보의 곤란성, 교통장애 등)
- 광역피난에의 장애(건물도피에 의한 피난로상, 피난장소에의 지장등)

상기 사항들에 의한 영향에 관해서는 지금도 충분한 연구 및 분석이 없는 경우도 있고, 대책도 충분하다고는 못하는 상황이다.

한신아와지대지진 때에는 다행히도 외기풍이 약해 불티에 의한 연소가 크게 문제가 되지 않았지만, 강풍시의 시가지대화재에서 문제시 되어왔던 것처럼 어느 정도의 발생량이 있는지, 환기구나 개구부 및 지진에 의한 피복 탈락 부분으로 불티 진입에 의한 발화 위험 등은 예전부터 지적되어 왔으므로 이제부터라도 철저한 연구 및 분석이 수행되지 않으면 안 될 사항이다.

현행의 건축기준법을 보면 건축구조에 관한 중지진(드물게 발생하는 지진)에 대해서는 피해가 없고, 거대지진(극히 드물게 발생하는 지진)에 대해서는 구조적인 붕괴 등이 일어나지 않는 것이 요구 된다.

지진화재를 고려한다면 구조상 주요한 기둥, 보 등의 내화피복이 잘 되어 있는지가 문제가 된다. 지진 시 내화피복이 손상을 입은 장소에서는 인명의 피난에 필요한 건물구조의 내화시간이 충분하지 못하고, 부분적인 붕괴의 위험성이 있기 때문이다. 또한 방화구획의 성능 확보는 중요한 요건의 하나이다. 방화구획은 준 내화구조의 바닥과 벽, 방화설비에 의해 건축물내부를 구획하는 것이고, 화재의 크기를 제한하여 인명의 피난시간을 연장 할 수 있다. 하지만 방화구획의 바닥이나 벽이 지진에 의해 손상을 받은 상태에서 화재가 발생한 경우에는 내화성능(차연성, 차열성, 차염성)의 저하로 인해 방화구획이 양호하게 설계된 건축물에서도 인명피해가 커질 위험성이 있다. 특히 고층건축물 등 많은 인명이 상주하는 건물의 경우 대참사가 발생할 가능성도 배제할 수 없다.

방화설비 (방화셔터, 스프링클러 설비 등)도 지진 시에는 정상적인 자체 성능 유지가 어려우며 특히 기계적으로 작동하는 능동적인 설비의 경우, 수동적인 구획벽 등 보다도 기능이 손상되어서 방화구획이 파손될 우려가 크다. 그러므로 건축물에 대해서도 지진에 의한 화재에 대비하여 설비 보강을 하는 것이 보다 합리적, 효과적인 건축물의 화재대책이라 할 수 있다.

(2) 시가지에 요구되는 지진시의 방화성능

지진에 의한 다수의 동시출화, 소방수리의 부족, 건물의 피해로 인한 방화구획 등의 성능저하에 따른 화재확산, 소방력을 상회하는 출화에 의해 시가지화재에 이르게 된 경우를 대비한 건축물군 뿐만 아니라 도시계획적인 수단도 필요로 하지만, 이런 상황에서도 화재의 확대를 억제하여, 주변의 거주자가 화재의 영향을 받지 않는 장소까지 안전하게 피난할 수 있는 방화성능의 확보가 중요하다.

무로사키(室崎)는 시가지에 요구되는 방화성능을 광역적인 화재의 정의를 도로로 둘러싸인 한 구획을 넘어 연소 확대되는 화재로 정하고 있으며

- 광역적인 화재가 발생하여도 인명은 보전된다.
- 광역화재가 발생하여도 중요시설은 보존된다.
- 광역적인 화재가 발생해도 현저하게 재산의 손실을 회피할 수 있다.
- 광역적인 화재 발생을 가능한 한 억제할 수 있다.

라는 4가지 성능기준을 주장하고 있다.

또한 이 성능을 만족하기 위해 시가지에 고려 할 요건으로서

- 쉽게 화재가 확대되지 않는 구조 또는 구성으로 된 것
- 신속한 소방 활동을 가능하게 하는 접근성과 수리가 확보된 것
- 안전한 피난을 확실하게 할 수단이나 시설이 존재하는 것
- 방화성능을 유지하기위해서 지역관리가 실행되는 것 등 4가지 요건이다.

이에 대하여 도시계획적인 관점에서 시가지의 방화수준을 정하고 실현하기 위하여 도시를 구성하는 각각의 건축물에 요구하는 성능 및 입지선정을 어떻게 할 것 인지를 고려해 볼 필요가 있다.

시가지화재에 대한 안전성을 확보하는 것보다는 시가지에 존재하는 화재의 위험성 예방을 위하여 방화지역, 준방화지역을 지정하고 각각의 규모에 따른 내화건축물 또는 준내화건축물 등으로의 요구 사항이나 지붕 및 연소 우려가 있는 부분의 외벽·집안 내부·개구부 등의 구조제한 등이 중요하다.

4. 결론

지진시의 건축물·시가지의 최소한의 화재안전성을 보장하기 위해서는 건물군에 어느 정도의 내화성능이 필요하게 된다. 이러한 성능 요구를 만족하려면 무엇을, 어느 정도까지의 성능을 유지해야 하는가 라는 사회적 합의가 필요하다.

건물군의 화재안전성, 지진 시에 어떠한 손상을 받을 가능성이 있는가, 또한 손상을 받은 건축물에 화재가 발생한 경우에 어떠한 움직임을 나타내는가 등 실제 지진 시의 성능을 보장하기 위한 기술상 또는 비용상의 과제 등 해결해야 할 난제가 많다.

시가지 화재안전성에 대해서는 건축물군에 관한 과제에 더하여 개별 건축물에 요구되는 현행법의 요구가 어떠한가 또는 어느 정도의 시가지 화재안전성을 목표로 하고 있는지가 명확하지 않다는 대과제가 남아 있다. 앞으로는 시가지 화재안전성의 목표를 명확히 하고 화재안전성에 대한 과제를 하나씩 해결, 접근할 수 있는 검토가 적극적으로 이루어져야겠다.

[참고문헌]

- 1) 신건축학대계 건축안전론 장국사간 1983년
- 2) 일본화재학회편 제3판화재편람
- 3) 平成19년소방백서
- 4) 빈전염, 동경대진화재에 대응, 사단법인일본손해보험협회, 昭和49년
- 5) 1997년도일본건축학회대회(관동),방화부문연구협의회[목조건축과시가지안전성]

출처 : 建築防災 (2010년 2월호)

번역 : 광주호남지부 박승재 사원