

문화유산 풍수해 피해 저감을 위한 대응 기술 검토¹⁾

김세현*

*국립문화재연구원 안전방재연구실
ksehyun@korea.kr

A Review of Response Techniques for Reduction of Damage from Storm and Flood Damage in Cultural Heritage

Se-Hyun Kim*

*Researcher, Safety and Disaster Prevention Divison, National Research Institute of Culture Heritage

요약

최근 기후변화로 인하여 집중호우, 태풍 등 풍수해로 인한 문화유산의 피해가 급증했다. 최근 15년간(2008~2023년) 국가지정 문화유산의 재난 피해 중 풍수해 피해는 885건으로 89%를 차지한다. 이중 495건, 56%가 최근 5년간(2019~2023년) 발생한 것으로 피해 급증에 따른 구체적인 대응방안 마련이 필요하다. 특히 목조 문화유산의 지붕피해와 담장 및 성벽파손이 가장 많은 수를 차지하고 있다. 이에 문화유산의 가치를 보존하면서 풍수해 피해를 저감할 수 있는 기술을 검토해볼 필요가 있다.

1. 서론

최근 기후변화로 인하여 집중호우, 태풍 등 풍수해로 인한 문화유산의 피해가 급증했다. 지난 100년 동안(1913~2012년) 여름 총 강수량과 극한 강수량은 유의한 수준으로 증가했다. 특히 같은 양의 비가 내리더라도 집중호우는 홍수, 시설물 붕괴 등 재산·인명상의 피해를 발생시킨다. 또한 한반도에 영향을 미치는 태풍의 강도와 빈도가 증가했다. 특히 1990년대 후반 이후 우리나라에 영향을 미친 태풍의 빈도수는 증가 추세가 뚜렷하다. 우리나라에 태풍의 영향력이 증가하게 된 원인은 북태평양 고기압이 서쪽으로 확장되면서 우리나라에 접근하는 경로에 변화가 나타났기 때문이다. 국내에 영향을 미치는 태풍은 대부분 8~10월에 집중되는데 이는 여름철 극한 강수와도 관련된다. 이처럼 호우와 태풍의 증가는 재산, 인명상의 피해와 직결되며 문화유산의 피해도 예외는 아니다.

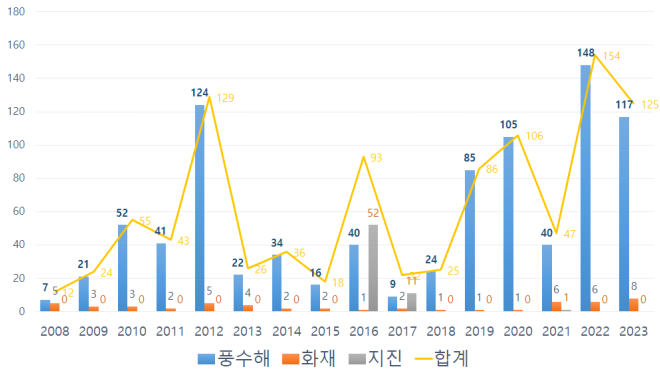
문화유산의 재난으로 인한 피해는 크게 풍수해, 화재, 지진 등이 있다. 최근 15년간(2008~2023년) 국가지정 문화유산의 풍수해 피해는 885건으로 89%, 지진이 64건으로 6%, 화재가 52건으로 5%를 차지한다. 이와 같이 문화유산의 재난 피해 중 풍수해 피해가 대다수를 차지하고 있으며, 이를 긴급보수하는데만 최근 5년간 약 148억원의 국비가 지원되었다.

이에 본 연구는 문화유산의 풍수해 피해유형을 살펴보고 피해를 저감시킬 수 있는 기술을 검토해보고자 한다.

2. 문화유산의 풍수해 피해

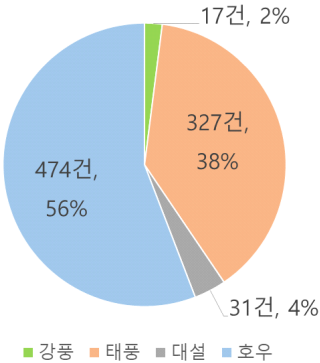
문화유산의 재난 피해 중 풍수해 피해는 2010년 후반에 들어서 급증했다. 특히 풍수해 피해가 많았던 해는 주로 태풍이나 집중호우의 영향이 크다. 2012년은 우리나라에 영향을 준 태풍은 5개이며, 특히 대형 태풍 볼라벤, 소형 태풍 덴빈이 8월 하순 동시에 큰 영향을 미쳤다. 2013년부터 2010년대 후반까지 수년간 지속된 가뭄으로 호우일수가 작고 우리나라에 영향을 미친 태풍의 위력도 작아 이 시기에는 문화유산 역시 풍수해 피해가 작았다. 2020년은 전국 평균 강수량이 696.55mm, 강수일수가 28.5일로 역대 최장기간 장마였다. 한편 2021년은 역대 가장 짧고(9.9일) 강수량과(146.2mm) 피해도 작은편에 속한다. 2022년은 우리나라에 영향을 준 태풍이 5개로 평년(3.4개)보다 많으며, 초강력 태풍인 힌남노는 강한 바람과 시간당 110mm이상의 비를 내리게 했다. 2023년 장마철 집중호우는 7월 한달만 전국 강수량이 506.4mm로 평균 강수량(286.0mm)의 172.6%이며, 1973년 이후 51년 중 2위를 차지했다. 특히 장마철 전국 강수량은 660.2mm로 1973년 이래 3위이다(기상청, 2023). 이와 같이 태풍과 장마철 집중호우 영향을 직접적으로 받아 2022년과 2023년은 문화유산에 많은 풍수해 피해가 발생했다.

1) 2024년도 국립문화재연구원 문화유산조사연구(R&D) 과제(문화유산 재해영향 분석 및 피해저감 연구(NRICH-2305-A65F))의 지원을 받아 수행되었습니다.



[그림 1] 국가지정 문화유산 재난 피해(2008-2023년)

최근 15년간(2008~2023년) 국가지정 문화유산 홍수해 피해 중 절반 이상을 차지하는 유형은 호우이다. 그 다음으로 태풍이 38%를 차지하며 대설, 강풍이 각각 4%, 2%를 차지한다.



[그림 2] 국가지정 문화유산 홍수해 피해(2008-2023년)

이러한 홍수해, 한파, 화재 등 재난 피해로 인한 문화유산 긴급 보수로 지난 5년간 총 약 205억원, 연평균 약 41억원을 투입했다(문화재청, 2024년). 최근 5년간 태풍, 강풍, 호우, 대설 등을 포함하는 홍수해 피해를 199건, 국비 약 148억원을 지원했다. 연평균 약 40건, 국비 약 30억원이 투입되었다. 특히 최근 15년간 발생한 홍수해 피해 885건 중 56%에 해당하는 495건이 최근 5년간(2019~2023년) 발생한 것으로 피해 급증에 따른 구체적인 대응방안 마련이 필요하다.

(단위: 백만원, 건)

연도	지원현황					
	홍수해 (태풍, 강풍, 호우)		한파 (대설, 해빙 등)		화재 (산불 포함)	
	건수	지원액	건수	지원액	건수	지원액
2019	25	2,519	5	498	1	88
2020	51	3,298	4	495	1	84
2021	20	1,466	7	772	-	-
2022	41	3,460	-	-	1	40
2023	42	1,982	4	318	3	329
소계	179	12,725	20	2,083	6	541

[표 1] 재난피해 문화유산 긴급보수 현황(국비 기준)
(문화재청, 2024)

한편 문화유산 홍수해 피해 유형은 표 1과 같다. 문화유산 유형에 따라 목조, 석조로 나눌 수 있는데, 피해 유형 역시 차이가 있다. 목조의 경우 전체 156건 중 절반에 달하는 74건이 지붕피해이고, 그 다음으로 담장 파손이 45건을 차지한다. 이는 전체 목조 문화유산 피해 건수 중 76%에 달한다. 석조는 성벽 파손이 42건으로 가장 많고 그 다음으로 18건이 지붕피해이다. 목조, 석조 모두 석축유실이 각각 18건, 17건으로 비교적 많은 피해가 발생했다.

목조		석조	
피해유형	피해 건수	피해유형	피해건수
지붕피해	74	성벽파손	42
담장파손	45	지붕피해	18
석축유실	18	석축유실	17
배수로피해	5	사면유실	12
누수	5	토사유실	7
교량피해	5	배수로피해	5
사면유실	4	성벽훼손	3
소계	156	소계	104

[표 2] 문화유산 홍수해 피해 유형(2008~2022년)
(문화재청, 2023)

목조 문화유산의 지붕피해는 주로 집중호우나 태풍, 강풍 등으로 인하여 기와가 탈락되는 피해가 가장 많다. 2011년 발생한 태풍 무미파는 제주도에 초속 10m 이상의 강한 바람이 10시간 이상 지속되는 되었는데 이로 인해 제주 일관현의 측면 지붕의 기와뿐만 아니라 추녀, 서까래까지도 심하게 파손되었다. 담장은 석재와 흙을 주된 재료로 가공과 쌓기 방법을 달리하여 여러 형태로 이루어진 것이다. 석재와 흙이 외기에 노출되기 때문에 비나 바람에 취약할 수밖에 없는 구조적 특성을 지닌다. 그렇기 때문에 호우, 태풍, 강풍 등 홍수해 피해로부터 붕괴되는 피해가 매년 반복되고 있다.



[그림 3] 문화유산(목조) 지붕 및 담장 피해 사례
(자료: 문화재청, 국립문화재연구원)

석조 문화유산의 풍수해 피해 중 가장 많은 수를 차지하는 성벽과손 역시 석재와 흙을 주재료로 쌓았다. 성곽은 사용된 재료에 따라 목책성, 토성, 석성, 전축성 등이 있는데 토성과 석성 등이 풍수해로 인한 피해가 많이 발생한다. 토성과 석성은 각각 흙과 석재를 주재료로 사용한 성곽이며 담장과 마찬가지로 재료가 외기에 직접적으로 노출된다. 집중호우 등으로 성곽 내부 채움재가 지속적으로 유실되게 되고 이로 인하여 성벽을 지지하지 못하게 되면서 성곽 붕괴로 이어지게 된다.



홍성 홍주읍성(2023, 호우) 고양 태고사 원증국사탑비 석축(2022, 호우)

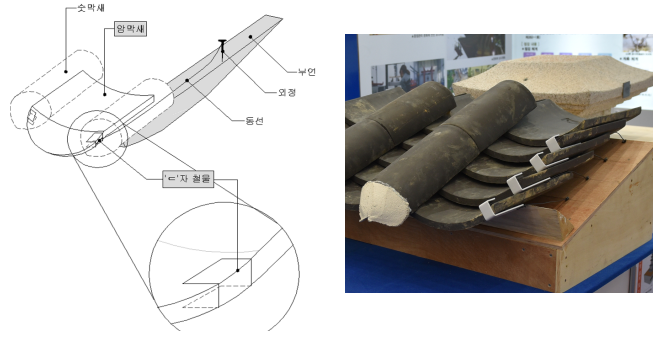
[그림 4] 문화유산(석조) 성벽 및 석축 피해 사례 (자료: 문화재청)

3. 풍수해 피해 저감을 위한 기술 검토

3.1 풍수해 피해 저감을 위한 기술

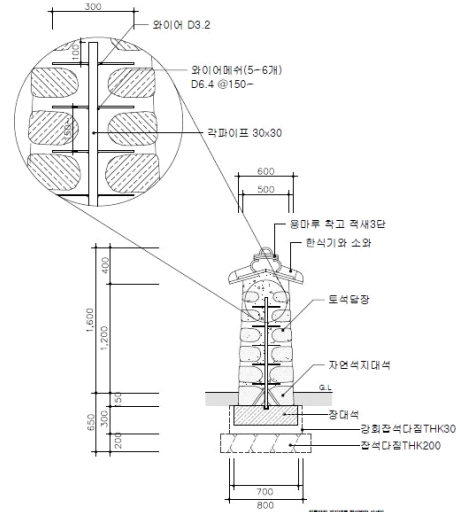
호우, 태풍, 강풍 등으로 피해가 가장 많이 발생되고, 반복되고 있는 문화유산의 지붕, 담장 및 성벽 등의 피해를 저감시키기 위해서는 대응 기술을 검토해 볼 필요가 있다.

전통건축의 기와지붕은 개판이나 산자로 마감된 지붕에 적심을 채우고 일정 두께의 흙인 보토를 깐다. 보토 위에 바로 기와를 얹을 수 있으나 최근에는 방수를 위해 백토에 생석회를 섞어 강화다짐을 하기도 한다. 그 위에 알메흙을 깔고, 암키와와 수키와를 잇는다 (김왕직, 2007). 이처럼 지붕구조는 암키와와 수키와의 고정력이 약하기 때문에 비와 바람 같은 환경조건에 의해 기와가 경사도를 따라 아래로 처지거나 기와가 쉽게 이동하여 기와가 탈락되는 등의 피해가 발생한다. 그렇기 때문에 기와지붕의 구조적 특성에 기인한 피해저감 기술이 필요하다. 암키와와 수키와를 고정시키기 위한 ㄷ자 형태의 부재를 수키와 모서리에 고정하고, 이를 동선과 와정으로 연결하여 부연에 고정시킨다. 그러면 수키와끼리 결속이 생겨 비와 바람에 대한 저항력을 가지게 된다. 이 기술은 외부에서 표시나지 않고 원래 구조형태를 변형시키지 않으면서 고정할 수 있는 장점이 있다.



[그림 6] 지붕피해 저감을 위한 기술안 및 모형 (특허 제10-1990849호, 기와 고정 장치 및 이를 포함하는 기와지붕)

전통 담장 역시 흙과 돌로 쌓은 구조로 재료적, 구조적 특성상 비와 바람 등에 취약할 수밖에 없다. 전통 담장은 재료간 결속력 강화를 위해 생석회, 대나무, 새끼줄 등이 있으나 호우 등으로 지속적으로 빗물 등에 노출되면 결속력이 약해서 붕괴에 이른다. 이를 위하여 담장 내부에 흙이 형성된 2개 이상의 장대석에 수직방향으로 기등을 세우고, 기등 사이를 연결하여 격자 형태로 결합하여 담장의 결속력을 강화시킨다. 담장 내부에 설치하여 담장 외관을 해치지 않으면서 구조적으로 보강 할 수 있다.

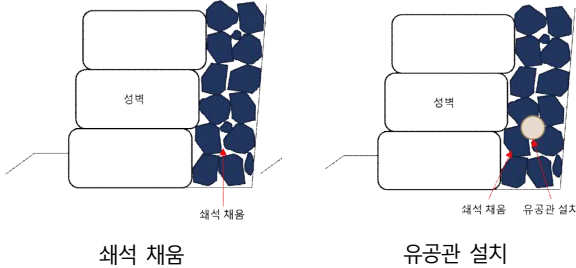


[그림 6] 담장 피해 저감을 위한 기술안 (특허 제10-2018-0133058호, 전통 담장 보강용 구조물, 이를 포함하는 전통 담장 및 이의 시공방법)

성곽 및 석축은 뒷채움재로 우수가 유입되면서 토사유출과 토압이 증가되어 붕괴피해가 발생한다. 뒷채움재에 우수가 유입되면 횡력이 증가하여 이격, 배부름, 탈락 등이 발생할 수 있으며, 심할 경우 내력저하 및 불균등 하중분포도로 인해 붕괴로 이어질 수 있다. 우수에 의한 횡력을 줄이기 위해서는 채움재에 우수가 원활하게 배출되어야 한다. 붕괴된 성곽의 경우 우수에 의한 영향을 줄이지 않고 복원한다면 풍수해에 의한 피해가 재발 할 수 있다. 우수에 의한 영향을 최소화하기 위해서는 채움재에 배수공을 설치하거나 채움재의 일정 구간을 비

교적 큰 쇄석으로 구성하여 우수가 원활하게 배출 될 수 있도록 할 필요가 있다 (문화재청, 2023).

이처럼 풍수해로 인한 문화유산 피해는 문화유산의 구조적 특성에 따라 호우, 태풍 등에 취약하다. 풍수해 피해의 직접적인 원인이 되는 부분을 개선한다면 피해를 최소화하는데 기여할 수 있다.



[그림 7] 성곽 뒷채움석 개선방안 (문화재청, 2023년)

3.2 고려사항

문화유산 보존은 문화유산 현장, 문화재보호법을 위시한 관련 규정과 지침에서 문화유산의 원래 모습과 가치를 온전하게 지키고, 원형유지를 기본원칙으로 한다. 문화재수리 등에 관한 업무지침에서도 문화재의 원형이 변형·왜곡되거나 가치가 훼손되지 않도록 수리하여야 하며, 최소한으로 하고 가역적이어야 한다고 명시하고 있다.

법규정	분류	내용
문화유산 현장	-	문화유산의 원래 모습과 가치를 온전하게 지킨다.
문화재보호법	제3조 문화재보호의 기본원칙	문화재의 보존·관리 및 활용은 원형유지를 기본원칙으로 한다.
국보·보물 건조물 문화재의 보존·관리 규정	제4조 보존·관리 및 활용의 기본방향	건조물 문화재의 보존·관리 및 활용은 원형유지를 기본원칙으로 한다.
문화재수리 등에 관한 업무지침	제3조 문화재 수리의 기본방향	문화재의 원형이 변형·왜곡되거나 가치가 훼손되지 않도록 수리하여야 한다. 문화재 수리는 최소한으로 하되 가역적이어야 한다.

[표 3] 문화유산 보존원칙 관련 법·규정

한편 ICCROM(International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property, 국제문화재보존복구연구센터)에서 문화유산 재해예방 매뉴얼을 발행하였다. 이 매뉴얼의 문화유산에 대한 재해예방의 기본원칙에서 건축유산은 유산의 가치에 미치는 영향이 최소화될 수 있는 방법으로 예방되어야 한다고 명시했다. 또한 유산의 특징을 유지하기 위해 위험과 위기의 억제에 필요한 조치를 감소시켜서는 안 된다. 문화유산의 관점에서 재해예방 설비나 시스템을 도입할 때에는 유산의 가치에 미치는 영향을 최소화

화하기 위한 방법이 필요하며 다양한 선택의 폭을 검토하는 것이 필요함을 명시했다 (문화재청, 2009).

이처럼 문화유산은 재난 이후 복원이라 할지라도 수리 시 원형유지가 기본원칙이다. 하지만 날로 증가하는 재난의 피해에 대응하기 위한 방안이 필요하므로 문화유산의 가치를 유지하면서 재난 피해도 저감시킬 수 있는 방안을 고려해야 한다.

4. 결론

최근 기후변화 등으로 문화유산 풍수해 피해가 급증했다. 최근 15년간(2008~2023년) 문화유산 재난 피해 중 풍수해 피해는 885건, 89%에 달하며 이중 56%에 해당하는 495건이 최근 5년간(2019~2023년)에 발생했다. 또한 이를 보수하기 위하여 국비 약 148억원이 투입되었다. 이처럼 문화유산 풍수해 피해는 매년, 반복적으로 발생하고 있다. 문화유산은 한번 훼손되면 원래의 형태로 되돌아가기가 어렵다.

본 연구에서는 풍수해로 인한 문화유산 피해 중 가장 많은 수를 차지하는 지붕, 담장, 성곽 등에 대한 피해 저감 기술을 검토해보고자 하였다. 이 기술은 문화유산의 구조적 특성에 따라 풍수해에 취약한 부분을 개선한 방법이다. 문화유산 보존 원칙에서 볼 때 재난 이후 복원이라 할지라도 수리 시 원형유지를 기본원칙으로 해야 함은 변함없다. 하지만 기후변화로 풍수해 등의 피해는 더 커질 것으로 전망되고 있어 대응 방안이 필요하다. 이에 문화재청은 2024년 1월 국가유산에 취약지역 보호사업 등을 포함한 국가유산 풍수해 예방을 위한 안전 점검 및 재난유산 선제 보호 계획을 수립하여 풍수해 재난 등에 대한 적극적 대응을 하고 있다.

이처럼 문화유산의 가치를 보존하기 위한 원형유지는 기본원칙이다. 하지만 날로 커져가는 재난의 위협으로부터 문화유산이 큰 피해를 입는다면 원형회복은 더 어려운 것으로 생각된다. 풍수해에 취약하고 피해가 반복되는 문화유산에 대하여, 문화유산의 가치를 유지하면서 피해를 저감 할 수 있는 기술을 검토해볼 시점이라고 생각된다.

참고문헌

- [1] 기상청, 장마백서, 2022년
- [2] 기상청, 한국 기후변화 평가보고서, 2020년
- [3] 기상청, 유역별 월간 강수통계정보(7월), 2023년
- [4] 김왕직, 알기쉬운 한국건축 용어사전, 동녘, p.189, 2007년
- [5] 문화재청, 문화유산 재해예방 매뉴얼 세계유산에 위한 유지관리 매뉴얼, 2009년
- [6] 문화재청, 국가유산 유형별 풍수해 예방전략 마련 연구, 2023년
- [7] 문화재청, 국가유산 재난발생 통계 및 안전관리 편람, 2023년