

경험자료에 의한 동해안의 지진해일 재해도 평가

Tsunami Hazard Evaluation for the East Coast of Korea by using Empirical Tsunami Data

김민규¹⁾ · 최인길²⁾ · 강금석³⁾

Kim, Min Kyu · Choi, In-Kil · Kang, Keum Seok

국문 요약 >> 본 연구에서는 지진해일에 의한 원자력발전소의 확률론적 안전성 평가를 위하여 필수적으로 도출해야 하는 지진해일 재해도 곡선을 도출하기 위한 연구를 수행하였다. 1900년도 이후에 기록된 동해안에서의 지진해일 기록과 1900년도 이전에 역사지진기록에서 찾을 수 있는 지진해일 기록을 이용하여 지진해일에 의한 최대파고에 대한 재현주기를 산정하고자 하였다. Power law, upper-truncated power law 그리고 지수함수에 의해서 추세선을 작성하였으며 그 결과를 비교하였다. 동해안에서 발생한 지진해일의 기록이 10건 내외에 불과하므로 기록에 의한 지진해일 재해도 곡선추정 연구에 제한이 있으나 국내에는 지진해일의 재해도곡선 추정에 관한 연구가 전무한 현실이므로 지진해일 확률론적 안전성 평가를 위한 초석을 놓은 것으로 판단된다.

주요어 지진해일, 확률론적 안전성 평가, 최대파고, 재현주기, 추세선

ABSTRACT >> In this study, a tsunami hazard curve was determined for a probabilistic safety assessment (PSA) of a tsunami event at a Nuclear Power Plant site. A Tsunami catalogue was developed by using the historical tsunami record prior to 1900 and the instrumental tsunami record after 1900. For the evaluation of the return period of the tsunami run-up height, power-law, upper-truncated power law and exponential function were considered for the assessment of regression curves and each result was compared. Although there were in total only 9 tsunami records on the east coast of Korea during the time period of the tsunami catalogue, there is no research like this about tsunami hazard curve evaluation, so this research lays a foundation for probabilistic tsunami hazard assessment (PTHA)

Key words Tsunami, Probabilistic Safety Assessment (PSA), Maximum run-up height, Return period, Regression curve

1. 서론

2004년 인도네시아에서 수마트라 지진해일이 발생하기 이전에는 우리나라에서는 일반인들에게 지진해일에 대한 인식이 거의 전무하다시피 했던 것이 사실이다. 그러나 최근에는 지진해일에 대한 일반인의 관심이 많이 증가하였고 지진과 더불어 우리나라에서 발생가능한 주요 자연재해로서 받아들여지고 있는 것이 현실이다. 다만 지진의 경우 지진재해대책법이 발표되어 국가적으로 기간시설이나 민간

시설에 대하여 종합적인 대응을 하고 있는 것과는 반대로 지진해일에 대해서는 해안지역에 대하여 지진해일에 대한 정보시스템을 통한 대피시스템을 구축하는 정도에 머물고 있다.

원자력발전소의 경우는 모든 시설물 중에서 가장 먼저 지진해일에 대하여 안전성 여부를 검토하고 발전소 주변에 발생가능한 지진해일에 대한 연구를 수행하였다. 특히 2004년 인도네시아 지진해일시 인도의 Madras 원자력발전소에서는 지진해일에 의한 최대파고가 2.9m 발생하여 취수시설이 침수되는 사고가 발생하였다.⁽¹⁾ 방사능 유출 등의 위험한 사고로 연결되지는 않았지만 지진해일로 인해 발전소에 사고가 발생한 첫 번째 사례이다. 원자력발전소는 대량의 냉각수를 필요로 하기 때문에 해안가에 건설되는 것이 일반적인 현실이므로 지진해일에 대한 안전성 검토와 그에 대한 대비가 필수적이라는 인식이 점점 증가하고 있다. 원자력발전소

¹⁾ 정희원·한국원자력연구원 종합안전평가부 선임연구원, 공학박사
(교신저자 : minkyu@kaeri.re.kr)

²⁾ 정희원·한국원자력연구원 종합안전평가부 책임연구원, 공학박사
³⁾ 한전전력연구원 녹색성장연구소 선임연구원

본 논문에 대한 토의를 2010년 10월 31일까지 학회로 보내 주시면 그 결과를 게재하겠습니다.

(논문접수일 : 2010. 3. 2 / 수정일 2010. 5. 11 / 게재확정일 : 2010. 5. 11)

의 안전성평가는 확률론적인 방법으로 널리 이루어지고 있는데 확률론적안전성평가(Probabilistic Safety Assessment, PSA)에서는 현재까지는 지진, 화재, 내부 침수등만을 검토 대상 외부사건에 포함시키고 있었지만 최근 들어 지진해일과 항공기충돌, 태풍 등을 고려하고자 하는 노력들이 진행되고 있다.^{(2),(3)}

원자력발전소를 대상으로 하여 지진해일에 의한 확률론적 안전성평가 (Probabilistic Tsunami Hazard Assessment, PTHA)를 수행하기 위해서는 기본적으로 세가지의 연구가 진행되어야 한다. 그 첫 번째는 지진해일로 인해서 구조물 및 설비등에 영향을 미칠 수 있는 변수에 대한 재현주기를 도출하는 지진해일 재해도 평가이고, 두 번째는 동일한 변수에 대한 구조물 및 설비에 대한 파괴확률을 도출하는 취약도 평가이다. 마지막으로 세 번째는 도출된 지진해일 재해도 곡선과 지진해일 취약도 곡선을 조합하여 구조물 및 설비의 파괴확률을 도출하는 정량화과정이다.⁽²⁾ 지진해일에 대한 확률론적 안전성평가 연구는 전세계적으로도 시작단계에 불과하며 아직 그 연구가 많이 진행되어 있지 않고 방법론조차도 정확하게 정립이 되어 있지 않은 단계이다. 이에 대한 많은 연구가 지진해일을 유발할 수 있는 단층으로부터 지진해일이 발생하여 어떻게 전파될 것인가를 예측하는 연구에 집중되어 있는 현실이다. 그러나 단층으로부터의 지진해일 모사에 대한 연구는 우리나라의 단층이 완전히 파악되지 않았고 우리나라에 지진해일을 유발시키는 일본 서해안의 단층에 의한 영향도 규명이 되지 않은 부분이 많아서 이를 이용한 지진해일 재해도 곡선을 도출하는 것은 좀 더 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 역사지진에 의한 지진해일과 1900년도 이후에 우리나라에서 기록되어 있는 지진해일에 대한 기록을 이용하여 경험적인 방법으로 재현주기를 도출하고자 하였다. 다만 본 연구를 위해서는 국내의 지진해일에 대한 자료가 매우 부족한 상황이므로 많은 불확실성을 포함할 수 밖에 없으며 다음과 같은 가정사항을 두었다. 첫째, 동해안 지역에 발생한 지진해일을 모두 대상으로 하여 동해안을 하나의 지역으로 간주하였다. 이것은 우리나라가 미국이나 호주등지에 비해서 매우 작은 지역이며 워낙에 지진해일의 기록이 적기 때문에 그것을 지역별로 세분하면 그 자료가 더욱 적어지기 때문이다. 둘째로는 역사지진은 조선왕조실록과 승정원일기를 대상으로 하였다. 이것은 기존의 한국수력원자력⁽⁴⁾에서 수행한 연구내용을 근거로 한 것이며 따라서 표본 대상 구간은 조선의 설립인 1392년부터 2009년까지 618년으로 하였다.

결과적으로 기존의 경험자료를 이용하여 지진해일의 재

해도 곡선 도출시 널리 사용하는 Power 법칙과 지수함수에 의한 회귀분석을 수행하여 지진해일에 의한 최대파고에 대한 재현주기를 도출하였다.

2. 경험자료에 의한 지진해일 재현주기 평가방법

지진해일에 대한 확률론적 안전성평가(Probabilistic Tsunami Hazard Assessment, PTHA)는 전술한 바와 같이 많은 연구가 단층으로부터의 지진해일 전파해석에 집중되어 있다. 그러나 경험데이터를 이용하는 방법도 지진해일의 재현주기를 구하는 하나의 방법으로 사용되고 있다. 수많은 자연현상의 누적확률분포를 예측하는 경우에 Power 법칙이 가장 널리 사용되고 있다. power 법칙의 사용은 암석의 붕괴, 숲속에서의 화재지역, 산사태 지역 그리고 이산화탄소의 양을 예측하는 데에도 사용되었다.⁽⁵⁾

Burroughs와 Tebbens⁽⁵⁾는 자연현상을 예측하기 위해서 Upper-truncated Power 법칙이라는 것을 제안하여 적용하였으며, 이후 지진해일에 의한 최대 처오름 높이를 예측하기 위하여 Power 법칙을 사용하였으며, 일본의 12지역에 대한 지진해일 목록을 이용하여 지진해일의 재현주기를 도출하기 위한 변수들을 결정하였다.⁽⁶⁾ Geist와 Parsons⁽⁷⁾는 확률론적 지진재해도평가 (Probabilistic Seismic Hazard Analysis, PSHA)기법을 이용하여 PTHA 기법을 정립하고 경험자료를 이용한 지진해일의 재현주기 추정방법을 제시하였다. 제시한 방법을 기반으로 하여 Mexico의 Acapulco 지역에 대하여 적용하여 지진해일에 의한 최대파고의 재현주기를 구하였다. 29개의 지진해일 1732년부터 1985년까지 29개의 관측된 지진해일 목록을 이용하여 분석하였다. Geist와 Parsons⁽⁸⁾는 이후 PTHA 방법을 이용하여 미국 동해안의 잠재 지진해일의 영향에 대하여 분석하였다.

전술한 바와 같이 많은 누적 크기 분포를 갖는 자연현상은 Power 법칙을 따른다. 누적분포를 갖는 Power 법칙은 다음의 식으로 표현할 수 있다.

$$\dot{N}(r) = Cr^{-\alpha} \quad (1)$$

여기서 $\dot{N}(r)$ 은 단위시간동안의 대상의 숫자로서 r 보다 크거나 같은 값을 갖는 사건의 누적횟수이다. α 는 비례지수이고 C 는 활동수준을 나타내는 상수이다.

Upper-truncated Power 법칙은 누적확률 분포를 가지는 여러 종류의 자연현상을 보다 잘 설명하기 위하여 발견되었으며, 다음과 같은 식으로 표현될 수 있다.

〈표 1〉 1990년 이후 동해안에서 발생한 지진해일

일시	지진	규모	피해	최대파고
1940. 8. 2.	Kamuimisaki 지진	7.0	국내 피해기록 없음	목호: 1.2m
				나진: 0.5m
1964. 6. 16.	Niigata 지진	7.5	국내 피해기록 없음	부산: 0.32m
				울산: 0.39m
1983. 5. 26.	동해중부지진	7.7	사망1, 실종2, 선박 81척 건물, 시설 100여건	속초: 1.56m
				목호: 3.9m
				임원: 4.2m
1993. 7. 12	북해도 남서외해지진	7.8	선박 35척 어망, 어구 2000여통	속초: 2.76m
				목호: 2.03m
				포항: 0.93m

$$\dot{N}_T(r) = C(r^{-\alpha} - r_T^{-\alpha}) \quad (2)$$

여기서, $\dot{N}_T(r)$ 는 단위시간동안의 대상의 숫자로서 r 보다 크거나 같은 값을 갖는다. r_T 는 발생확률이 0이 되는 최대파고의 높이로서 임의로 가정하는 값이다. α 는 비례지수이다.

3. 지진해일 기록 분석

본 연구에서는 과거의 동해안에서 발생한 지진해일 기록을 이용하여 재현주기에 따른 최대파고를 예측하고자 하였다. 지진에 대한 정보와 지진해일 발생위치 및 최대파고 등을 비교적 정확하게 알 수 있는 1900년도 이후의 기록과 그 이전의 역사지진에 의한 것으로 구분하여 정리하였다.

3.1 1990년 이후 지진해일 기록

1990년 이후에 우리나라 동해안에서는 총 네건의 지진해일이 발생하였다. 1940년 Kamuimisaki 지진해일은 일본의 북해도 (Hokkaido) 인근의 Kamuimisaki 외해에서 발생한 규모 7.0의 해저지진에 의해서 발생하였으며 우리나라는 물론 소련 연해주까지 수위상승이 보고되었으며, 소련 연해주에서는 최대 3.5m의 최대파고가 기록되었다. 우리나라에서는 목호에서 1.2m의 최고수위를 기록하였다. 1964년의 Niigata 지진해일은 일본 Niigata 외해에서 발생한 규모 7.5의 해저지진에 의하여 우리나라의 부산과 울산에서는 각각 32cm와 39cm의 수위상승이 기록되었다. 1983년의 동해중부 지진해일은 우리나라에서 관측된 가장 큰 지진해일 기록으로서 동해안 전역에서 큰 수위상승이 관측되었다. 특히 임원항에서는 4.2m의 파고가 관측되었고 동해시와 임원항에서 3명의 인명피해가 발생하기도 하였다. 1993년 북해도

남서 지진해일은 규모 7.8로서 동해안에서 발생한 지진중 가장 큰 규모의 지진이었다. 일본에서는 185명의 사상자가 발생하였으며 우리나라 동해안과 연해주에까지 큰 영향을 미쳤다. 각 지진해일에 대한 정보와 피해상황 그리고 동해안 각 지역에서의 최대파고를 다음 표 1에 정리하였다.⁽⁹⁾

3.2 역사지진에서의 지진해일 기록

1900년도 이후의 지진해일도 정확한 수위계측 시스템을 이용하여 계측된 결과만은 아니고, 1983년도의 임원항 최대파고 기록 또한 당시 지진해일을 경험한 주민의 증언과 당시 어선이 임원항 전면부의 상점 지붕위에 올라간 것을 근거로 하여 유출하여 예측한 결과이기는 하지만 1900년도 이전의 지진해일은 고문서에 나타나 있는 내용을 근거로 하여 지진해일의 발생여부와 최대파고를 추측할 수 밖에 없다. 한국수력원자력(주)⁽⁴⁾에서는 조선왕조실록과 승정원일기의 기록을 분석하여 조선시대에 발생하였던 지진중에서 지진해일이 발생하였을 가능성이 큰 지진을 정리하였다. 지진해일의 발생가능성이 중간이상되는 것은 8건 정도인 것으로 보고하고 있으나 본 연구에서는 중복되는 기록인 것으로 판단되는 것과 동해안이 아닌 곳에서 발생한 지진해일을 제거하여 분석하였다. 조선시대의 지진해일에 대하여 다음의 표 2에 정리하였다. 인조 21년인 1643년에는 6월 9일과 6월 21에 각각 지진 및 지진해일을 짐작할 수 있는 기록이 있으나 하나의 사건으로 간주하였다. 표에서 보는 바와 같이 일부 사건의 경우는 바닷물의 들어오고 빠짐 정도를 보폭으로 기록한 것을 알 수 있다. 이러한 기록은 지진해일에 의한 최대파고를 정량적으로 평가할 수 있는 근거가 될 수 있다.

3.3 지진해일 기록의 정리

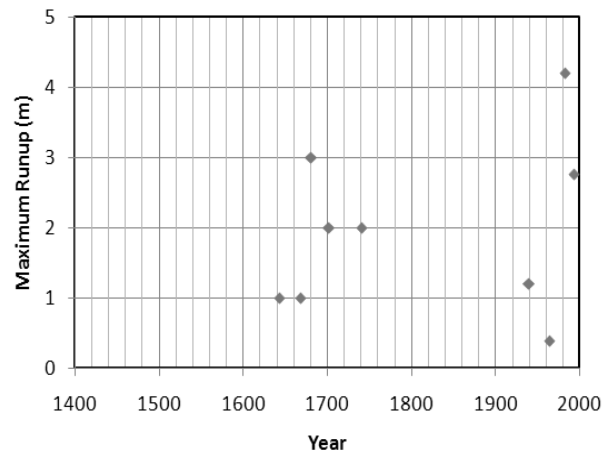
3.1절과 3.2절에 정리한 바와 같이 현재 지진해일의 재현

〈표 2〉 조선시대의 지진해일 기록

일시	피해지역	지진해일 기록
1643. 6. 21.	울산	바다의 큰 파도가 12보까지 육지에 들락거렸음.
1668. 7. 25	철산	평안도 철산에 바닷물이 크게 넘치고 지진이 일어나 지붕의 기와가 모두 기울어졌으며, 사람이 터러 놀라서 엎어지기도 하였다.
1681. 6. 24	양양	전국8도에서 모두 지진이 발생하였으며 강원도에 지진이 일어나 신흥사 및 계조굴의 거암이 모두 붕괴되었으며 바닷물이 조수가 밀려가는 모양처럼 평일에 물이 찾던 곳이 100여보 혹은 5,60보 노출되었다.
1702. 11. 28.	강원도	강원도에 해일하여서 표몰한 인가가 많았다.
1741. 7. 19	동해안	강원도의 평해등 아홉고을에 바닷물이 줄어들어 육지와 같이 편편해졌다가 얼마 후에 물이 육지로 넘쳐들어 하루에 번번이 7,8차례나 넘어드니 바닷가의 인가가 많이 표몰되었고 주楫(舟楫)이 파손되었다.

〈표 3〉 동해안의 연도별 지진해일에 의한 최대파고

연도	최대파고
1643	1m
1668	1m
1681	3m
1702	2m
1741	2m
1940	1.2m
1964	0.4m
1983	4.2m
1993	2.7m



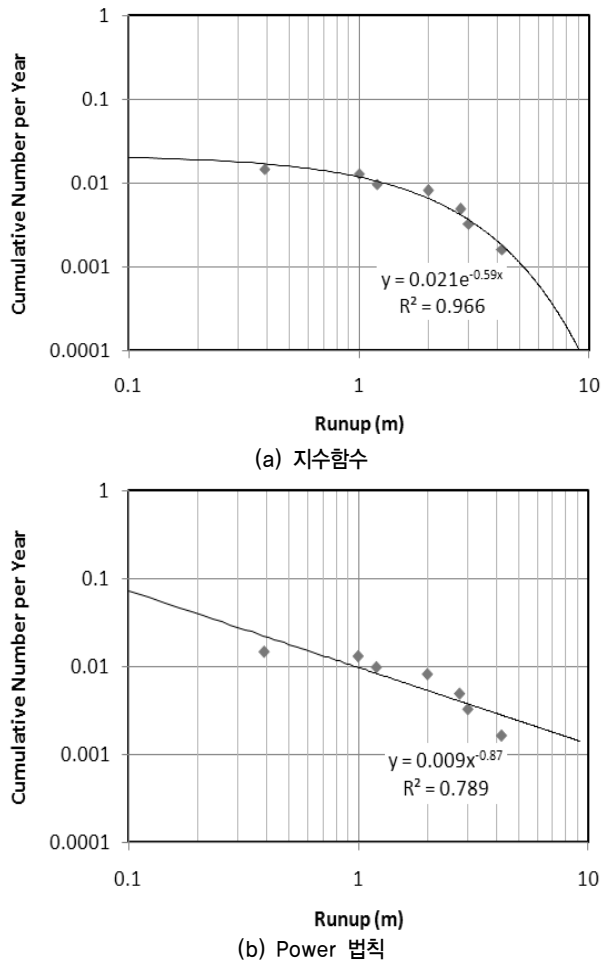
〈그림 1〉 동해안의 지진해일 목록

주기를 고려할 수 있는 지진해일의 기록은 9건에 불과하다. 또한 이러한 기록은 하나의 지역에 대한 재현주기를 산정하는 것도 불가능한 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 동해안 지역을 하나의 지역으로 간주하여 동해안에서 관측된 지진해일에 의한 최대파고에 대한 재현주기를 산정하고자 하였다. 따라서 연도별 동해안의 지진해일에 의한 최대파고를 정리하고자 하였다. 조선시대의 지진해일의 경우는 최대파고를 산정하는 것이 쉽지 않은 것이 현실이다. 작은 규모의 지진해일은 조선왕조실록이나 승정원일기에 기록이 되지 않았을 것이며 실지로도 감지가 어려울 것으로 판단된다. 역사기록의 지진해일은 최소 2m 정도의 파고가 발생하였을 경우에 기록이 되었을 것으로 가정하였다. 이것은 과거의 기록에 의지하여 지진해일의 재현주기를 결정하였던 과거의 많은 연구^{(6),(7)}에서 공통적으로 발생하는 현상이다. 특별히 Geist 와 Parsons의 연구에서는 Mexico의 Acapulco 지역의 지진해일 관측자료를 이용하여 재현주기에 따른 최대파고를 예측하는 연구에서 역사기록에 의한 지진해일의 최대파고가 4m 이내에는 거의 없는 것으로 판단하고 있다. 따라서 조선시대의 지진해일기록을 고려한 동해안에서의 지진해일에 의한 최대파고를 가정하여 표 3과 같이 정리하였다. 또한 그림 1에 도시하였다. 표본구간은 대상으로 하는 역사기록인 조선왕조실록의 기록이 태조1년인 1392년부터

이므로 1392년부터 2009년까지의 기간으로 하여 618년으로 하였다. 표와 그림에서 보는 바와 같이 역사지진에 의한 기록을 추가한 지진해일 목록에서는 1392년부터 1643년까지의 251년과 1741년부터 1940년의 200년간 한번의 지진해일도 발생하지 않은 것으로 기록하고 있다. 이것은 역사 기록이 주관적으로 기록되었으므로 우리나라에서 발생한 모든 지진해일을 기록하고 있지 않은 것으로 판단된다.

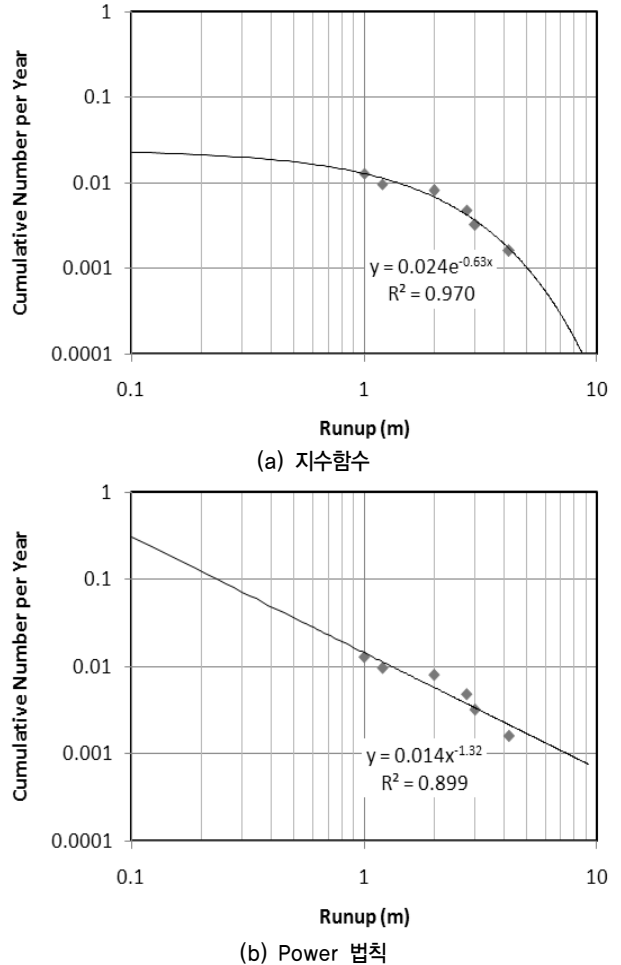
4. 경험자료에 의한 지진해일 재해도 평가

3장에서 정리한 지진해일 목록을 이용하여 지진해일에 의한 최대파고의 재현주기를 산정하였다. 2장에서 기술한 바와 같이 Power 법칙을 사용하여 추세선을 작성하였으며, 일반적으로 회귀분석에 널리 사용하는 지수함수를 추가하였다. upper-truncated power law를 사용하는 경우는 발생 확률이 영이 되는 최대파고를 임의로 결정하여야 하므로 다소 주관적이 될 가능성이 있는 것으로 판단하여 재현주기 평가에서는 제외하였다. 도출한 결과는 그림 2에 도시하였으며, 최종적으로 두가지 함수를 사용하여 도출한 추세식 및 추세선의 정확도를 나타내는 지수인 R^2 을 함께 표시하



〈그림 2〉 지진해일에 의한 최대파고의 누적확률분포

었다. 그림 2에서 보는 바와 같이 지수함수로 예측한 경우는 정확도가 0.966인 반면 Power 법칙으로 예측한 경우는 0.789로서 지수함수를 사용한 경우가 더 높은 정확도를 보이는 것을 알 수 있다. 또한 Power 법칙으로 예측한 경우는 지수함수를 사용하여 회귀분석 한 경우에 비하여 최대파고를 과다하게 크게 평가하게 되는 것을 알 수 있다. 지수함수로 예측한 경우도 지진해일에 의한 최대파고가 10m가 발생할 확률이 약 5.7×10^{-5} 로 평가되고 있어 약 17000년 빈도에 해당하는 것을 알 수 있다. 지진해일에 의한 최대파고가 10m에 이르는 것은 울진원자력발전소의 경우 평균해수면으로부터 발전소 구조물이 위치하는 기초해발의 높이에 해당하므로 최대파고 10m의 지진해일이 원자력발전소에 발생한다면 발전소가 위험할 수도 있는 것으로 판단된다. 최대파고가 15m의 지진해일이 올 확률은 3.0×10^{-6} 으로 33만년 빈도인 것으로 평가되고 있다. 지진해일에 의한 최대파고가 다소 크게 평가되고 있는 것은 역사지진기록에서는 작은 크기의 지진해일에 대하여 기록하지 않기 때문인 것으로 판단된다. 1964년 일본 Niigata 지진시 관측된 것과 같이



〈그림 3〉 지진해일에 의한 최대파고의 누적확률분포 (0.39m 제외)

1m 이내의 지진해일이 발생하여 인명과 재산에 전혀 피해를 일으키지 않은 경우 역사책에서는 그러한 사실을 기록하지 않았을 것으로 생각되기 때문이다. 지진해일목록의 구간인 1392년에서 2009년까지 618년간 1m 이하의 지진해일이 단 한번밖에 발생하지 않았다는 것은 다른 큰 지진해일의 빈도와 비교하여 상당히 작은 수치이기도 하다.

작은 규모의 지진해일의 발생을 역사지진에서 기록하지 않았을 것으로 판단하여 지진해일 목록에서 1964년 Niigata 지진에 의한 기록을 삭제하고 다시 재현주기를 평가하여 그 결과를 그림 3에 도시하였다. 회귀분석은 그림 2에서와 동일하게 지수함수와 Power 법칙에 의한 결과를 모두 도시하였다. 그림에서 보는 바와 같이 지수함수를 사용한 경우의 정확도지수인 R^2 은 0.970으로 증가하며, Power 법칙에 의한 경우도 0.899로 그림 2의 경우보다 정확도가 증가한 것을 알 수 있다. 또한 최대파고의 발생확률이 다소 감소하는 것을 알 수 있다. 다만 Power 법칙을 사용한 경우에는 최대파고의 발생확률이 여전히 크게 평가되고 있는 것을 알 수 있다. 지수함수를 사용하여 회귀분석을 수행한 경우 최대파

〈표 4〉 지진해일에 의한 동해안의 최대파고 발생확률

최대파고	1964년 Niigata 지진포함		1964년 Niigata 지진 불포함	
	발생확률	재현주기	발생확률	재현주기
1	1.16E-02	86	1.28E-02	78
5	1.10E-03	910	1.03E-03	972
10	5.75E-05	17383	4.41E-05	22690
15	3.01E-06	332114	1.89E-06	529507

고 10m가 발생할 확률은 4.4×10^{-5} 이며 재현주기는 22000년 정도이며 15m의 최대파고가 발생할 확률은 1.89×10^{-6} 이며 재현주기는 53만년 정도인 것으로 평가되고 있다.

지수함수를 이용하여 회귀분석을 수행한 경우만을 대상으로 하여 1964년 Niigata 지진시의 지진해일 기록을 포함한 경우와 그렇지 않은 경우의 발생확률과 재현주기를 표 4에 비교하였다. 표에서 보는 바와 같이 1964년 지진해일의 고려여부가 결과에 영향을 미치지만 그 미치는 영향은 그리 크지 않은 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 조선시대의 역사기록과 1900년 이후 동해안에서 발생한 지진해일 기록을 이용하여 동해안에서의 지진해일에 의한 최대파고의 재현주기를 도출하였다. 대상으로 하는 자료가 부족하고 신뢰성이 적기 때문에 재현주기 결과의 신뢰성이 높지 않다고 볼 수 있으나 그것은 자료의 부족에 기인한 것으로 현재로서는 확보할 수 있는 모든 자료를 이용한 최선의 결과를 도출하였다고 할 수 있다. 추후 동해안 지역에 대한 지진해일의 재해도곡선을 도출하기 위해서는 발생가능한 단층을 대상으로 하여 지진해일 전파모의를 통한 추정이 있어야 할 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 원자력발전소의 지진해일에 대한 안전성 평가기법을 개발하기 위하여 동해안 지역을 대상으로 하여 지진해일에 대한 재해도 평가를 수행하였다. 지진해일 재해도 평가는 경험적인 방법으로 수행하였으며, 1900년도 이후에 발생한 4건의 지진해일 기록과 조선왕조실록에서 기록하고 있는 내용중에서 지진해일인 것으로 판단되는 5건의 지진해일 기록을 이용하여 지진해일 목록을 작성하였으며, Power 법칙과 지수함수를 이용하여 회귀분석을 수행하여 최대파고에 대한 재현주기를 평가하고자 하였다. 조선왕조실록에서 기록하고 있는 1392년부터 2009년까지의 지진해일 기록이 9건에 불과하며 해당 지진해일의 최대파고를 가정에 의존해야 하는 많은 불확실성이 존재하므로 본 연구에서의 결과를 최종적인 결과로서 판단하기에는 무리가 있

며 동해안에 지진해일을 유발할 수 있는 모든 단층으로부터의 지진해일 전파 모의 시뮬레이션을 통하여 지진해일 재해도 평가를 수행한다면 좋은 비교가 될 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 지진해일의 재현주기 평가는 원자력발전소의 지진해일에 의한 확률론적 안전성 평가를 위하여 반드시 수행하여야 할 내용이므로 본 연구를 통하여 그 초석을 놓은 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 기상청 기상지진기술개발사업(CATER 2009-5208)의 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

1. USNRC, Tsunami Hazard Assessment at Nuclear Power Plant Sites in the United States of America, NUREG/CR-6966, PNNL-17397, 2008.
2. ANS and IEEE, PRA Procedure Guide-A Guide to the Performance of Probabilistic Risk Assessments for Nuclear Power Plants, US NRC, NUREG/CR-2300, 1982.
3. IAEA, Advanced nuclear plant design options to cope with external events, IAEA-TECDOC-1487, 2006.
4. 한국수력원자력(주), 원자력환경기술원, 한반도 주변해양 및 원양의 지진해일에 의한 원전 안전성 평가, 2006-환경-단32, 2006.
5. Burroughs, S.M., and Tebbens, S.F., "Upper-truncated Power-law in Natural Systems," *Pure Applied Geophysics*, 158, 331-342, 2001.
6. Burroughs, S.M., and Tebbens, S.F., "Power-law Scaling and Probabilistic Forecasting of Tsunami Runup Heights," *Pure Applied Geophysics*, 162, 331-342, 2005.
7. Geist, E.L. and Parsons, T., "Probabilistic Analysis of Tsunami Hazards," *Natural Hazards*, Vol. 37, 277-314, 2006.
8. Geist, E.L. and Parsons, T., "Assessment of source probabilities for potential tsunamis affecting the U.S. Atlantic coast," *Marine Geology*, 264, 98-108, 2009.
9. 한국수력원자력(주), 울진원전 부지의 지진해일에 따른 처오름 해석 및 모델분석의 적정성 평가, 2006-환경-단38, 2006.