

## 2005년 Fukuoka 지진기록을 이용한 국내 및 일본의 지진동 감쇄 특성 평가

### Study on the Earthquake Ground Motion Attenuation Characteristics in Korea and Japan using 2005 Fukuoka Earthquake Records

최인길<sup>1)</sup> · 中島正人<sup>2)</sup> · 전영선<sup>1)</sup> · 大鳥靖樹<sup>2)</sup> · 연관희<sup>3)</sup>

Choi, In-Kil · Masato Nakajima · Choun, Young-Sun · Yasuki Ohtori · Yun, Kwan-Hee

**국문 요약** >> 2005년 3월 20일 발생한 Fukuoka 지진 시 국내 및 일본에서 관측된 자료를 이용하여 지반운동 감쇄특성을 분석하였다. 또한 최근 국내 및 일본에서 제시된 지반운동 거리감쇄식을 이용한 예측값과의 비교를 통하여 국내 강지진동 예측 시 일본에서 개발된 감쇄식의 적용가능성을 평가하였다. 그 결과 동일 거리에 위치한 국내 및 일본 관측소에서 측정된 기록이 비교적 유사하게 나타났으며 국내 및 일본에서 제시된 지반운동 거리감쇄식의 예측값이 매우 유사하게 나타나 국내에서의 강지진동 예측 시 일본에서 제시된 지반운동 감쇄식을 200km 이상의 비교적 원거리에 대한 국내 감쇄식의 평가 등에 유용하게 활용할 수 있는 것으로 나타났다.

**주요어** 후쿠오카 지진, 지반운동 감쇄, 지반운동 거리감쇄식

**ABSTRACT** >> The characteristics of the ground motion attenuation in Korea and Japan were estimated using the earthquake ground motions recorded at the equal distance observation stations by KMA, K-NET and KiK-net of Korea and Japan. The ground motion attenuation equations proposed for Korea and Japan were evaluated by comparing the predicted value for the Fukuoka earthquake with the observed records. The predicted value from the attenuation equations shows good agreement with the observed records and each other. It can be concluded from this study that the ground motion attenuation equations developed for Japan can be used usefully for the prediction of a ground motion from far field earthquake more than 200 km and for the evaluation of the far field ground motion attenuation equations proposed for Korea.

**Key words** fukuoka earthquake, ground motion attenuation, attenuation equation

## 1. 서론

2005년 3월 20일 10시 53분에 일본 福岡県西方沖에서 일본 기상청 규모 7.0의 지진이 발생하였다. 이 지진이 福岡県西方沖地震(Fukuoka-ken Sei-oki Earthquake; 이후 Fukuoka 지진으로 명함)으로 진원 심도는 9km(일본 기상청 잠정치)로 천발지진에 속하며 이 지진으로 인한 후쿠오카현(福岡県), 사가현(佐賀県) 등의 지점에서 일본 기상청 진도 6약으

로 관측되었다. 특히 진원에서 가까운 겐카이섬(玄海島)에서는 지반의 붕괴로 인해 가옥의 파손이 다수 발생하였다.<sup>(1)</sup>

진원지가 비교적 우리나라에 가까워 우리나라 지진관측 점과 일본의 강진관측점에서 양호한 기록을 얻을 수 있었다. 이 지진의 강진기록은 우리나라에서의 지진파전달특성이나 강지진동 응답특성을 밝히는 귀중한 자료가 되며 우리나라의 강지진동 예측이나 원자력 시설에 대한 입력지진동의 설정에 있어서 일본의 강진기록을 기초로 작성된 거리감쇄식 등의 경험식의 적용성에 대해서도 정량적인 평가를 할 수 있는 기회가 된다.

우리나라 원전부지에 대한 확률론적 지진재해도 해석에서는 국내 지진자료를 이용한 지반운동 거리감쇄식과 함께 주로 미국 중동부 지방이나 중국 등의 감쇄식이 일반적으로 많이 이용되어 왔다. 이는 국내 지반조건이 미국 중동부 지

<sup>1)</sup> 정희원, 한국원자력연구소 책임연구원  
(대표저자: cik@kaeri.re.kr)

<sup>2)</sup> 日本 電力中央研究所 主任研究員

<sup>3)</sup> 정희원, 한전 전력연구원 선임연구원

본 논문에 대한 토의를 2006년 10월 30일까지 학회로 보내 주시면 그 결과를 게재하겠습니다.

(논문접수일 : 2006. 2. 20 / 심사종료일 : 2006. 6. 30)

역 등과는 유사하다는 가정에 근거한 것이며 일본이 판 경계에 위치한 강진 지역으로 국내 지진발생 메카니즘 등과는 차이가 크다는 사실로 인해 일본의 감쇄식 사용이 거의 전무한 실정에 있다. 일본의 경우 우리나라와 인접하여 있으며 강진이 많이 발생하여 풍부한 강진자료를 가지고 있으며 이들 자료를 활용한 감쇄식이 많이 개발되어 있다. 그러나 우리나라의 경우 강진기록이 전무한 상태에서 제한된 중약진 관측 자료를 이용하여 감쇄식을 개발하였다. 따라서 우리나라와 근거리 에 위치한 일본의 지진동 거리감쇄식에 대한 평가가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 우리나라 기상청에서 관측된 지진기록과 일본의 K-NET 및 KiK-net 등의 공개관측기록을 이용하여 우리나라와 일본의 지진동 감쇄특성 및 기 발표된 지진동 거리감쇄식에 대해 평가하였다.

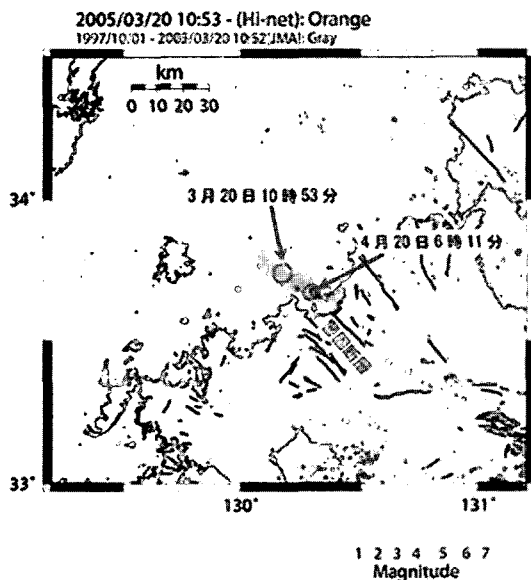
## 2. Fukuoka 지진의 개요

일본 기상청에 의해 결정된 2005년 Fukuoka 지진의 제원을 아래 표 1에 나타내었다.

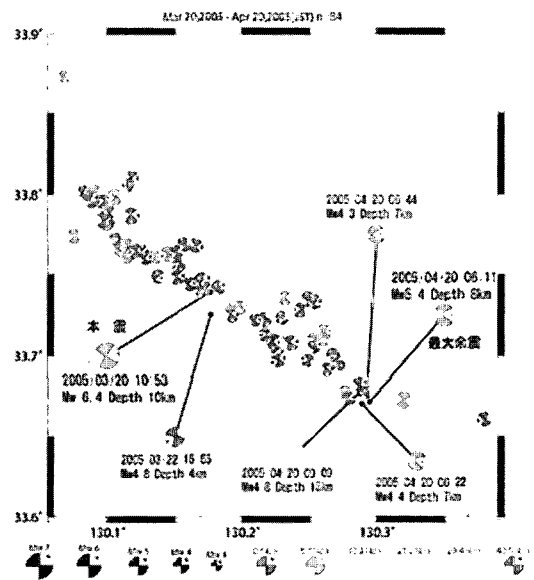
Fukuoka 지진에서는 후쿠오카현의 3지점 및 사가현의 1지점에서 일본 기상청진도로 최대진도 6약이 관측되었으며 또한 진도계가 설치되어 있지 않은 겐카이섬에서는 여진의

관측기록 및 추정된 본진단층 모델을 이용하여 계산한 결과 진도7에 상당한다는 연구결과도 있다.<sup>(1)</sup> 지진의 진원이 위치한 구주 북부지방은 일본 내에서도 상대적으로 지진활동도가 낮으며 대규모지진의 발생확률이 낮은 지역으로 알려져 있다. 실제 후쿠오카시 주변에서 M6을 초과하는 지진은 약 100년 전인 1898년에 발생한 바 있으며 M7 이상의 대규모 지진으로는 1700년 이키(壱岐) 지방의 지진이 가장 근래에 발생한 지진이다. 또한 일본 건축기준법을 비롯한 일본의 내진기준에 있어서도 큐슈(九州) 북부의 지역계수는 일본에서의 평균의 8할 정도로 평가하는 예가 대부분이다. Fukuoka 지진은 이와 같이 지진활동도가 낮고 지진위험도가 작은 것으로 평가되는 지역에서도 지진방재와 적절한 내진설계가 매우 중요함을 보여주는 사례로 평가되고 있다.<sup>(2)</sup>

일본 방재과학기술연구소에 의한 본진 및 여진의 진앙분포와 진원 메카니즘을 그림 1에서 보여주고 있다. 여진의 분포는 본진으로부터 북서 및 남동방향으로 연장선상에 나타나고 있으며 본진이 큰 각도의 단층면을 가지고 있음을 보여주고 있다. 진원 메카니즘은 대부분 동서방향으로 압축축을 가진 좌향단층임을 보여주고 있다. 진원심도가 얕으며 여기에서의 단층면으로부터 지진은 일본의 서쪽부가 솟아오르며 유라시아판 내부에서 발생한 지각내 지진이라는 것을 알 수 있다. 진원역은 해저에 위치하며 발생 기구는 1995



(a) 여진분포도

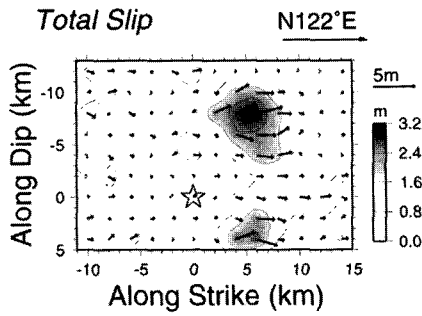


(b) 본진 및 여진의 메카니즘 분포

〈그림 1〉 Fukuoka 지진의 여진 분포와 본진 및 여진의 메카니즘 분포<sup>(2)</sup>

〈표 1〉 2005년 Fukuoka 지진의 제원

Date	Time	Lat.	Lon.	Depth (km)	M <sub>j</sub>	M <sub>0</sub> (Nm)	M <sub>w</sub>
2005/3/20	10:53:40.32	33.739167	130.17633	9.24	7.0	1.3E+19	6.7



〈그림 2〉 Fukuoka 지진 본진의 단층면에서의 활동분포 예(역해석에 의한 추정치)<sup>(3)</sup>

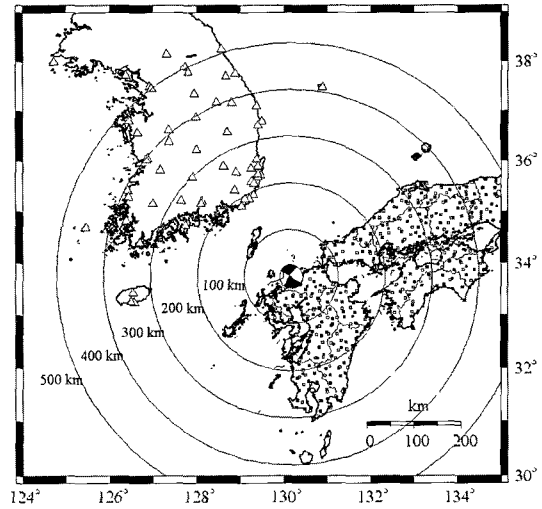
년 발생한 효고현 남부(兵庫県南部) 지진(M7.3, 일명 고베 지진)이나 2000년에 발생한 토티리현서부(鳥取県西部) 지진(M7.3)과 유사하며 해저에 존재하고 있는 활성단층이 움직인 것으로 판단된다. 진원역에서의 해저활동단층은 사전에 보고되어 있지 않은 것이다. 또한 여진역의 남동방향 연장 선상에는 후쿠오카시 내의 직하를 가로지르는 경고(警固)단층이 위치한다. 본진발생 직후의 여진분포는 경고단층의 방향과는 약간차이가 있지만 본진 발생 후 1개월 후에 발생한 최대 여진(M5.7) 후에 발생한 여진군의 진앙분포가 경고단층의 주향과 거의 일치하므로 이 단층에 대한 추후 활동에 관심을 가지고 있다. 특히 이번 지진의 여진역과 경고단층 사이에 위치한 gap 영역(하카타만(博多灣) 부근)에서 상세한 단층조사를 할 필요가 있는 것으로 판단하고 있다.

본진의 진원과정(단층면상의 활동분포)에 대해서도 많은 일본의 연구자들이 모델을 제시하고 있다. 그림 2에 그 일예<sup>(3)</sup>를 보여주고 있다. 기본적으로 1개 내지 2개의 아스페리티(Asperity, 큰 활동이 일어난 영역)로부터 비교적 단순한 파괴과정에 의해 발생한 것으로 판단되고 있다. 아스페리티의 위치는 연구자에 따라 약간 다르지만 대체적인 진원(발진점)의 남동쪽에 공통으로 위치하고 있다. 또한 아스페리티를 포함하는 주 파괴역(단층면적)은 약 30km(수평방향) × 20km(깊이방향) 이다.

### 3. 우리나라 및 일본에서 관측된 기록의 특징

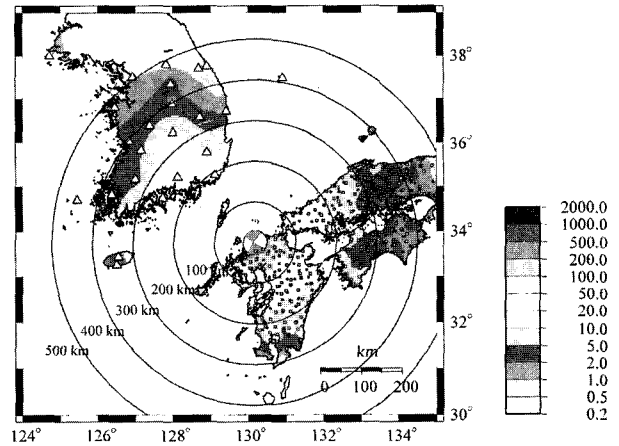
우리나라의 경우에는 기상청, 한국지질자원연구원, 한전 전력연구원, 원자력안전기술원을 비롯한 여러 기관 및 대학에서 지진 관측망을 운영하고 있으며 이들 대부분이 인터넷으로 디지털데이터의 입수가 가능하다. 일본에서는 1995년 고베지진 이후 전 국가적인 프로젝트로 강진관측망을 보완한 바 있다. 구체적으로 일본 방재과학기술연구소에서 일본 전 국토를 25km의 등간격으로 강진계를 배치한 강진네트(K-NET) 및 지반에 의한 영향이 작은 지점에 연직관측점을

The 2005 Off West Fukuoka EQ



〈그림 3〉 Fukuoka 지진의 진앙과 강진관측점 분포

2005 Off West Fukuoka EQ



〈그림 4〉 Fukuoka 지진의 최대가속도분포(단위 : gal)<sup>(4)</sup>

설치한 기반강진관측망(KiK-net)을 합해 1,700여개소의 강진관측망을 구축하였다. 여기에 일본 기상청과 지방자치단체의 진도계 네트워크나 과거 대학이나 민간연구기관의 강진관측망을 합하면 일본 내에 수천개소에 달하는 강진관측점이 설치되어 있다. 그 중에서 방재과학기술연구소의 K-NET과 KiK-net은 인터넷에 의해 실시간으로 강진동의 디지털 데이터를 입수할 수 있다. Fukuoka 지진에서는 이러한 고밀도 강진관측망에 의해 광범위한 관측기록을 획득할 수 있다.

그림 3에서는 Fukuoka 지진의 진앙을 중심으로 우리나라의 강진관측점과 주로 서일본의 K-NET, KiK-net관측점의 분포를 보여주고 있다. 우리나라의 강진관측점은 진앙으로부터 개략 500km 거리의 권내에 분포하고 있음을 알 수 있다. 일본에서는 킨키(近畿)지방에 이르는 정도의 거리가 된다. 그림 3의 범위 내에 위치한 관측점에서의 최대가속도

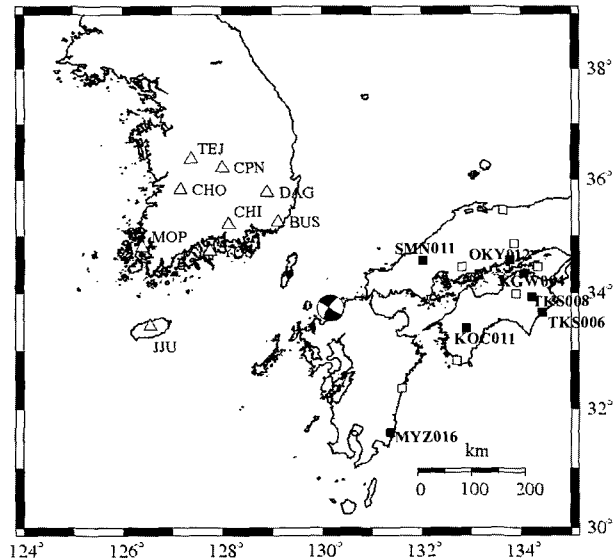
분포를 등가속도로 그림 4에 나타내었다.<sup>(2)</sup> 우리나라 강진계의 주파수특성이나 설치지점의 지반조건이 불명확하여 상세한 평가가 곤란하지만 최대가속도분포는 등거리의 지점에서 우리나라 쪽의 가속도가 크게 나타나는 경향이 있으나 대체적으로 본진의 진앙으로부터 동심원상에 분포하고 있다. 이와 같이 우리나라와 일본의 지하구조에 기인한 지진파 전파특성의 차이는 그다지 크지 않으며 일본의 데이터에 기초하여 제안된 거리감쇄식이 한국 내에서도 어느 정도 적용가능하다는 것을 시사하고 있다.

참고로 우리나라에서 3gal 이상의 최대가속도를 기록한 관측점에 대하여 거의 등 거리에 위치한 일본의 K-NET, KiK-net 관측점 18개소를 선정하고 각각의 가속도파형과

의사속도응답 스펙트럼(감쇠 5%)을 비교하였다. 비교에 사용된 관측점의 위치, 진앙거리 및 관측점에서의 방향별 최대가속도 등은 참고문헌 [2]에 상세하게 정리되어 있다. 비교에 사용한 관측점의 배치를 그림 5에 나타내었다.

이상의 지점으로부터 관측된 가속도 파형 및 속도응답 스펙트럼 비교 예를 그림 6~14에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 동일한 거리에 위치한 관측점에서 기록된 지진동의 경우 우리나라에서 대체적으로 큰 최대가속도를 보여주고 있다. 또한 속도응답 스펙트럼을 비교한 결과 우리나라 지진동에 대체적으로 단주기 성분이 많이 내포되어 있음을 알 수 있다.

The 2005 Off West Fukuoka EQ



〈그림 5〉 파형과 응답스펙트럼의 비교에 사용한 우리나라 및 일본 (K-NET, KiK-net)의 강진관측점 분포

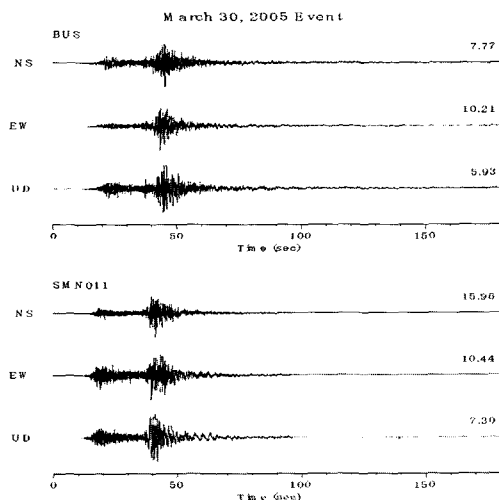
4. 지진동 거리감쇄식에 의한 예측값과의 비교

여기에서는 앞에서 기술한 Fukuoka 지진의 관측기록결과를 기초로 하여 지반운동의 최대가속도에 대하여 우리나라 및 일본에서 제시된 최근의 지진동 거리감쇄식에 의한 예측값과 비교하였다. 관측기록으로는 앞서 기술한 바와 같이 다음의 세 가지 데이터를 대상으로 하였다.

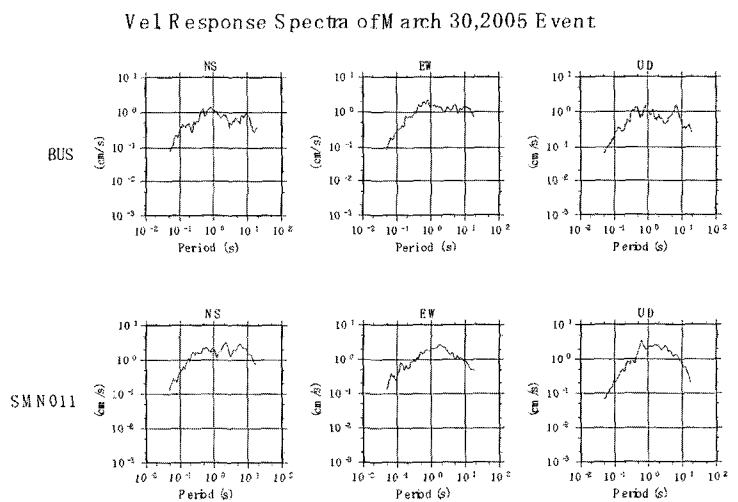
- ① 일본방재과학기술연구소에 의한 K-NET 데이터
- ② 일본방재과학기술연구소에 의한 KiK-net 데이터
- ③ 한국 기상청(Korea Meteorological Administration :KMA)에 의한 데이터

4.1 국내 지진동 거리감쇄식

국내 지진동 전파특성을 나타내는 지진동 거리감쇄식은 여러 지진학자들에 의해 발표된 바 있다. 본 연구에서는 국

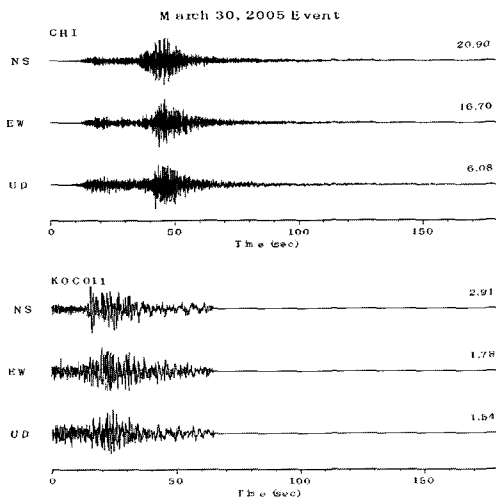


(a) 관측파형(단위 : gal)

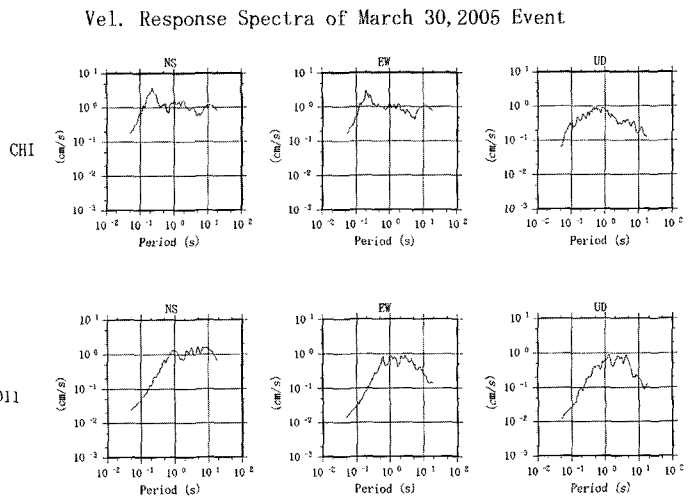


(b) 속도응답 스펙트럼

〈그림 6〉 BUS와 SMN011의 관측파형 및 속도응답 스펙트럼 비교(진원거리 185km)

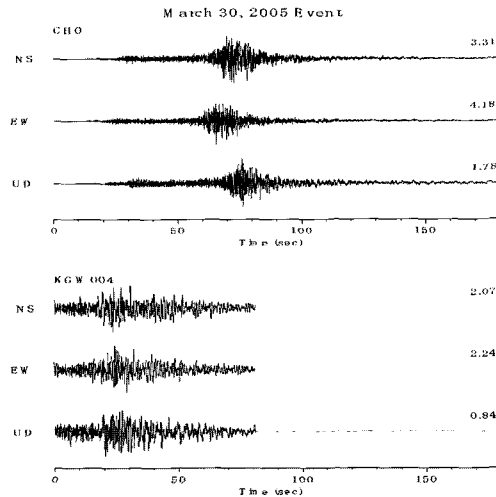


(a) 관측파형(단위 : gal)

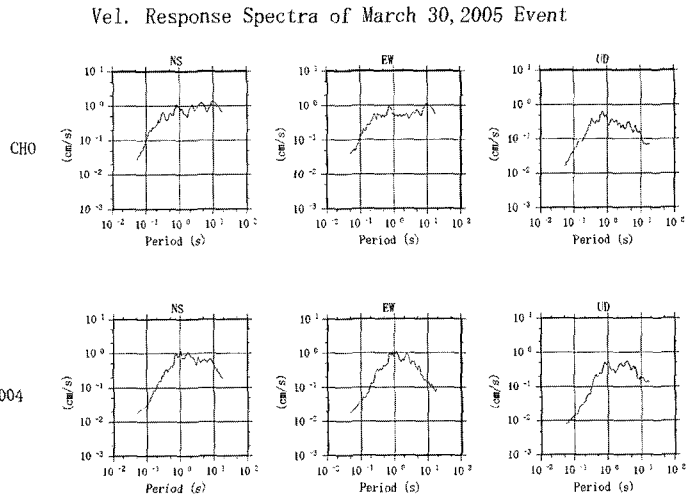


(b) 속도응답 스펙트럼

〈그림 7〉 CHI와 KOC011의 관측파형 및 속도응답 스펙트럼 비교(진원거리 239km)

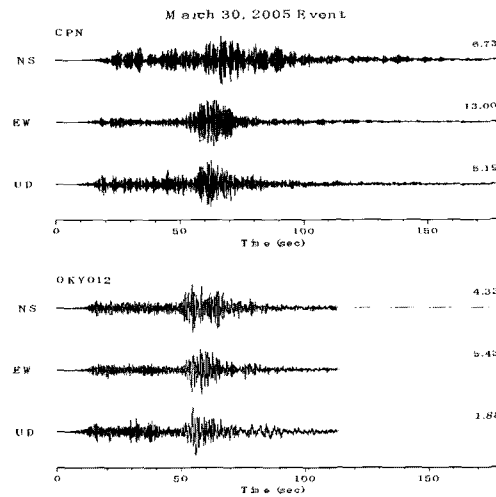


(a) 관측파형(단위 : gal)

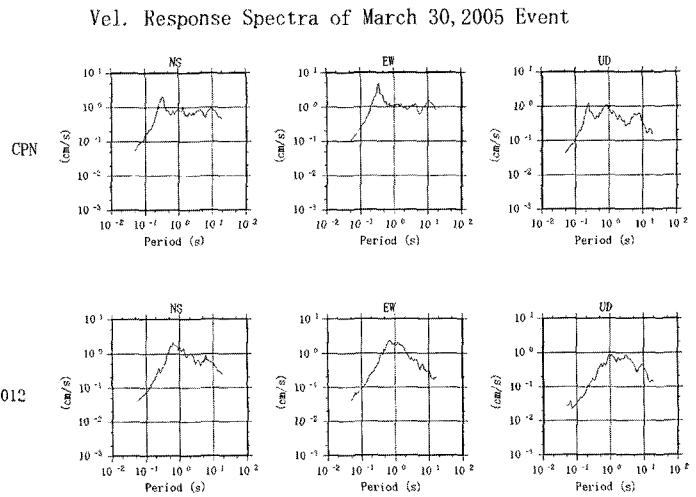


(b) 속도응답 스펙트럼

〈그림 8〉 CHO와 KGW004의 관측파형 및 속도응답 스펙트럼 비교(진원거리 350km)

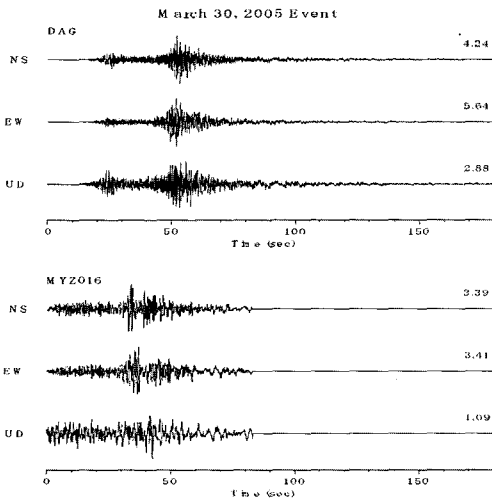


(a) 관측파형(단위 : gal)

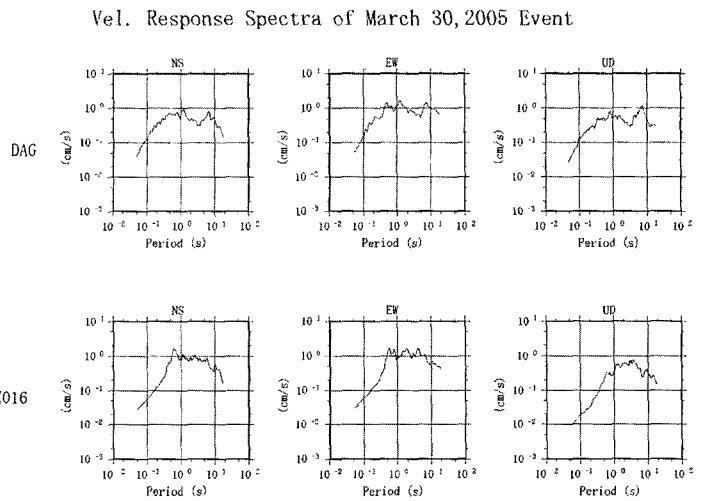


(b) 속도응답 스펙트럼

〈그림 9〉 CPN와 OKY012의 관측파형 및 속도응답 스펙트럼 비교(진원거리 330km)

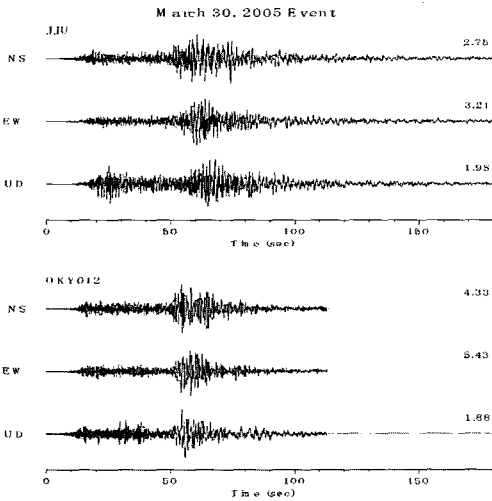


(a) 관측파형(단위 : gal)

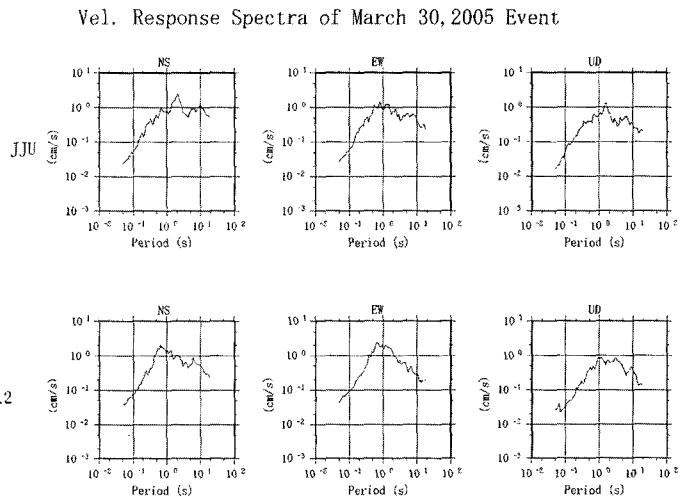


(b) 속도응답 스펙트럼

〈그림 10〉 DAG와 MYZ016의 관측파형 및 속도응답 스펙트럼 비교(진원거리 245km)

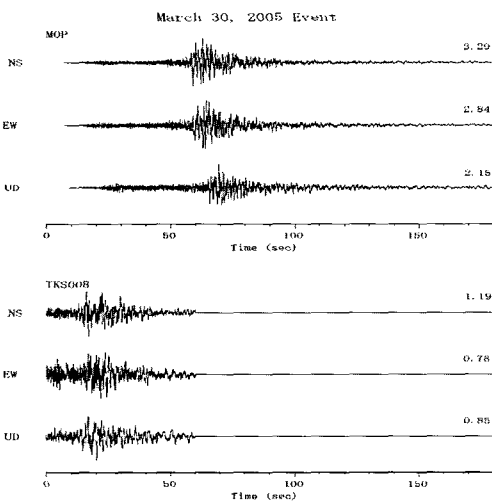


(a) 관측파형(단위 : gal)

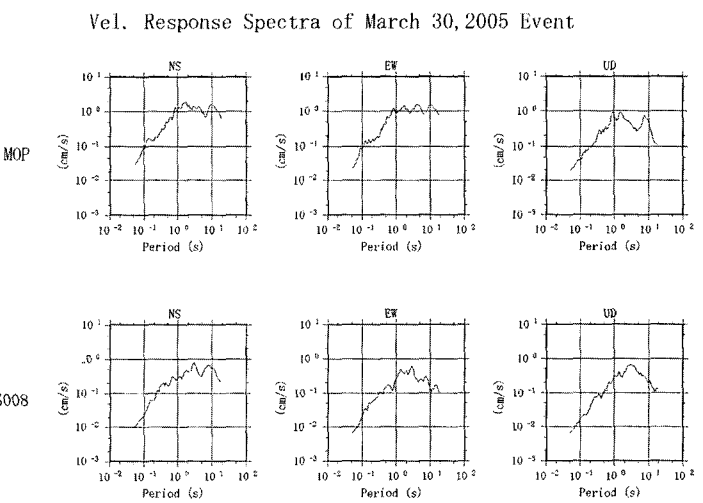


(b) 속도응답 스펙트럼

〈그림 11〉 JJU와 OKY012의 관측파형 및 속도응답 스펙트럼 비교(진원거리331km)

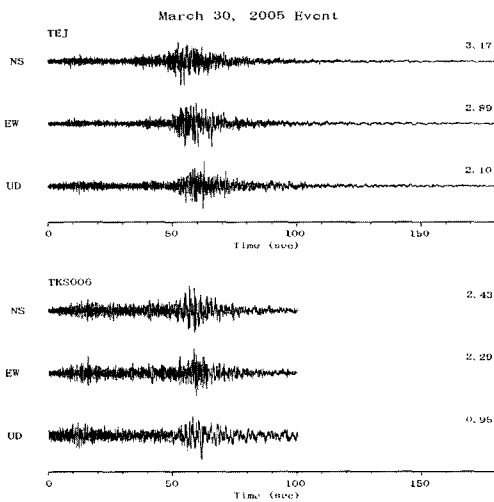


(a) 관측파형(단위 : gal)

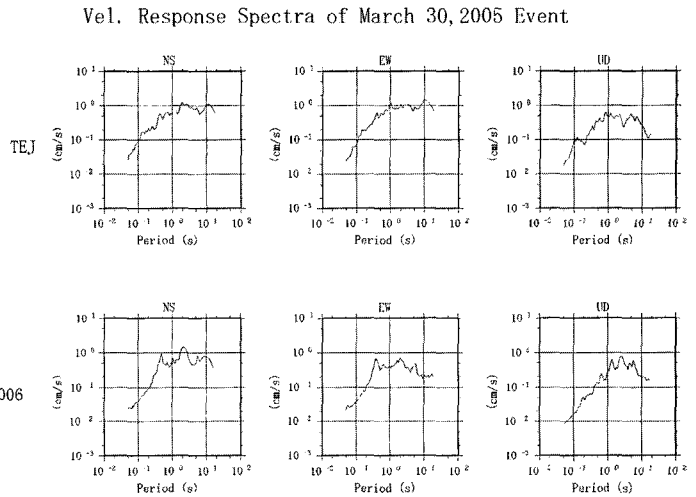


(b) 속도응답 스펙트럼

〈그림 12〉 MOP와 TKS008의 관측파형 및 속도응답 스펙트럼 비교(진원거리 360km)

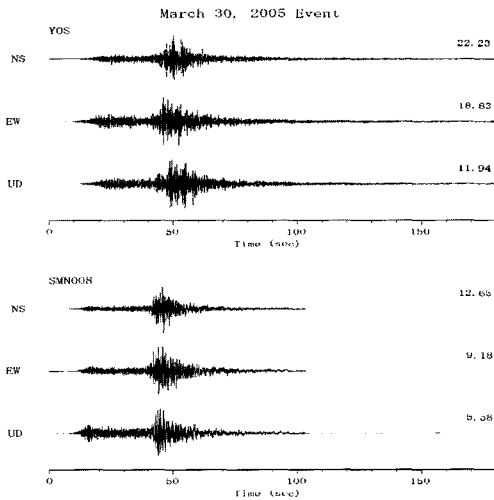


(a) 관측파형(단위 : gal)

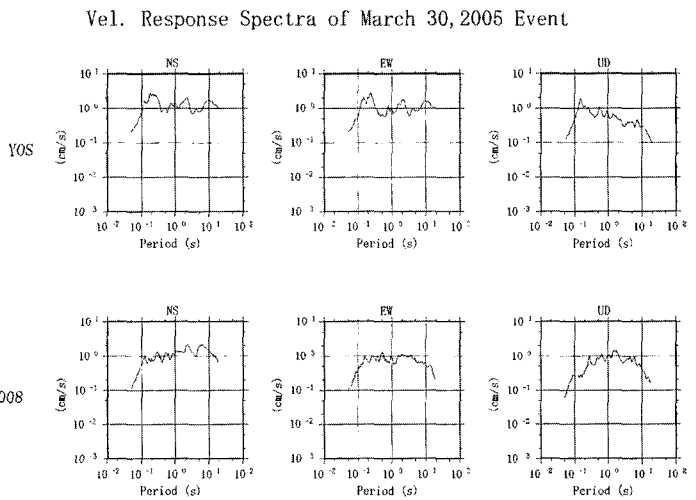


(b) 속도응답 스펙트럼

〈그림 13〉 TEJ와 TKS006의 관측파형 및 속도응답 스펙트럼 비교(진원거리 378km)



(a) 관측파형(단위 : gal)



(b) 속도응답 스펙트럼

〈그림 14〉 YOS와 SMN008의 관측파형 및 속도응답 스펙트럼 비교(진원거리 240km)

〈표 2〉 지진동 거리감쇄식의 계수

대상지점	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>
월성	34.2750	2.0510	7.0680	0.5760	5.1930	0.0850	1.1200	0.2670
고리	31.3290	1.8250	6.8120	0.5420	5.0170	0.0950	1.0370	0.1450
울진	28.2900	1.9750	6.7300	0.6060	4.8890	0.0460	1.0020	0.0270
영광	36.7050	2.3040	7.3580	0.6020	5.3640	0.0770	1.0820	0.2310

내에서 발생한 지진동 기록을 이용하여 최근에 개발된 지진동 거리감쇄식을 이용하였다.<sup>(4)</sup> 이 거리감쇄식은 우리나라 원전 부지 지진동 평가를 위해 개발된 것으로 우리나라 내 4개 원전부지(고리, 영광, 월성, 울진)에 대하여 각각 개발된 거리감쇄식으로 본 연구에서는 진원에서 가장 가까운 지역에 위치한 고리 원전부지에 대하여 개발된 식을 사용하여 평가하였다.

지진동지표가 PGA인 경우의 지진동 거리감쇄식은 다음과 같다.

$$\ln(Y(PGA(g))) = C_1 + C_2 \cdot M_w + (C_3 + C_4 \cdot M_w) \cdot \ln(R_{epi} + \exp(C_5)) + C_6 \cdot (M_w - 6.0) \cdot (M_w - 6.0) + C_7 \cdot \ln(\min(R, 50)) + C_8 \cdot (\max(R, 50))$$

$$R = \sqrt{R_{epi}^2 + 9.8^2} \quad (M_w \leq 6.5)$$

$$= \sqrt{R_{epi}^2 + 9.8^2 \cdot \exp(2.0 \cdot (-1.25 + 0.277 \cdot M_w))} \quad (M_w > 6.5) \quad (1)$$

여기서  $M_w$ 는 지진의 규모,  $R_{epi}$ 는 단층 최단거리를 나타낸다. 회귀식은 편의상 대수 표준편차가 0.5인 대수정규분포로 모델링하였다. 표 2에 지진동 거리감쇄식의 계수  $C_1 \sim C_8$ 의 값을 보여주고 있다.

### 4.2 일본의 지진동 거리감쇄식

일본의 경우 많은 강진기록을 보유하고 있어 이를 이용한 지진동 거리감쇄식이 많은 연구자들에 의해 제시되었다. 본 연구에서는 비교적 최근에 Si 등<sup>(5)</sup>에 의해 제시된 지진동 거리감쇄식을 이용하였다. Si 등에 의해 제시된 지진동 거리감쇄식은 1968년부터 1997년 까지 일본에서 발생한 지진의 관측 데이터를 이용하여 개발된 것으로 지진의 모멘트 규모 5.8 이상 8.3 이하의 지진기록으로 진원심도가 120km 이하인 지진기록을 사용하였다. 진원거리는 규모 6.2 이하에서는 100km 이내, 규모 6.3 이상 6.5 이하에서는 150km 이내, 6.6 이상 7.0 이하에서는 200km 이내, 7.0 이상에서는 300km 이내의 진앙거리에 해당하는 지진기록을 이용하였다.

지진동 거리감쇄식은 단층최단거리 및 등가진원거리에 대해 각각 서로 다른 지진동 거리감쇄식을 아래와 같이 제안하였다.

$$\log A = 0.50M_w + 0.0043D + d + 0.61 - \log(X + 0.0055 \times 10^{0.50M_w}) - 0.003X \quad (2)$$

$$\log A = 0.50M_w + 0.0036D + d + 0.60 - \log X_{eq} - 0.003X_{eq} \quad (3)$$

여기서,  $A$ 는 지반 상에서의 최대지진가속도,  $M_w$ 는 지진의 모멘트규모,  $D$ 는 진원심도,  $d$ 는 지진의 종류별 계수,  $X$ 는

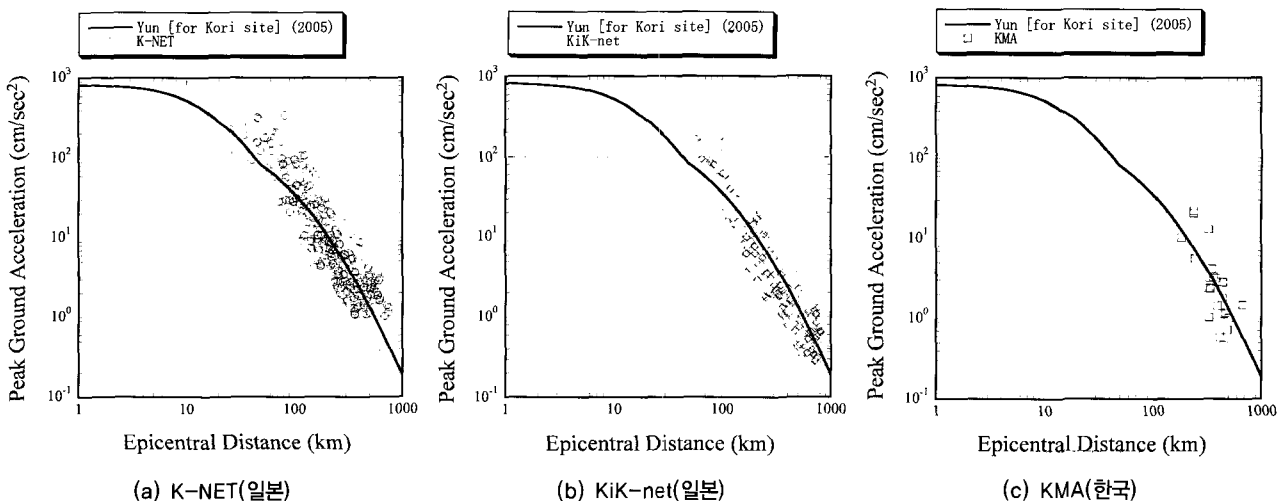
단층최단거리(km),  $X_{eq}$ 는 등가진원거리를 나타낸다.

### 4.3 관측값과의 비교

관측값과의 비교를 위하여 본 연구에서는 Fukuoka 지진의 제원으로 모멘트규모  $M_w = 6.7$ 로 하여 PGA를 계산하였다. 또한 KMA에 의해 관측된 데이터의 경우 관측점정보를 정확히 확보하기 곤란한 기록은 제외하였다. 그림 15에 국내에서 최근 제시된 감쇄식에 의한 예측값과 각각의 관측점에서 기록된 값들과 비교하여 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 K-NET 데이터는 진앙거리가 100km 이상에서는 거리감쇄식과 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났으나 진앙거리가 100km 미만에서는 최대가속도가 40gal의 범위에서는 관측치에 비해 거리감쇄식이 저평가하는 것으로 나타났다. KiK-net 데이터의 경우에도 유사한 경향을 보이고 있다. 한편 대부분 진앙거리가 200km 이상인 KMA 데이터는 최대 약 20gal이며 거리감쇄식과 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났다.

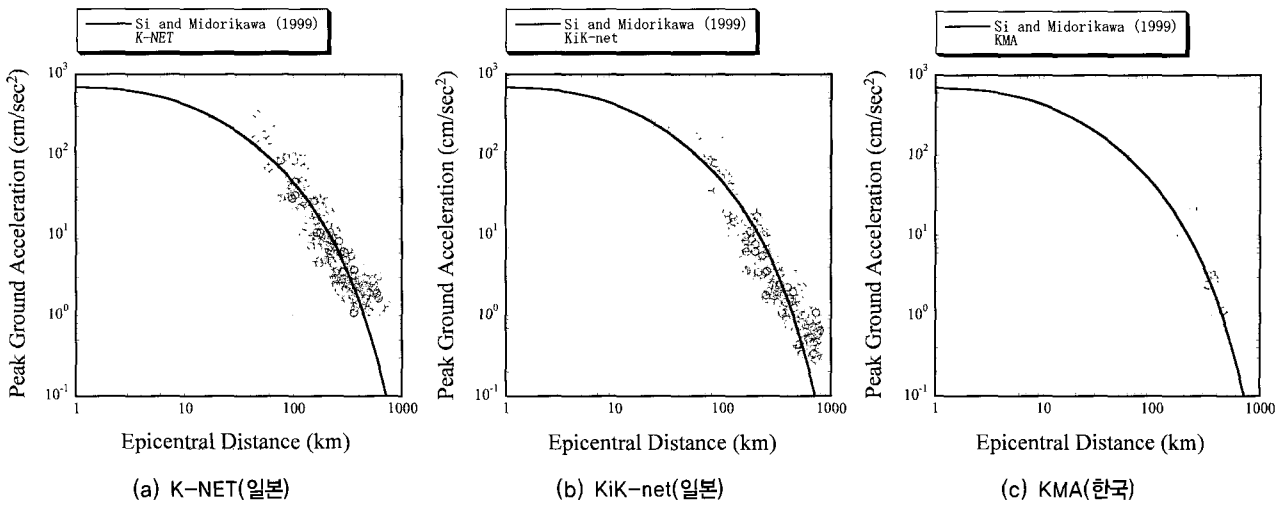
일본에서 개발된 Si 등에 의한 PGA 거리감쇄식에 의한 예측값과 관측값을 비교한 결과를 그림 16에서 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 Si 등의 거리감쇄식은 K-NET 및 KMA의 데이터에 대해서 근거리, 중거리 및 원거리에 대해 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났다. 그러나 KiK-net에 의한 데이터에 대해서는 진앙거리 100~300km의 범위에서 비교적 예측치가 크게 나타나는 경향을 보여주고 있으며 근거리에서는 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났다.

그림 15(a), (b)에 나타난 고리 지진동감쇄식과 K-NET, KiK-net 관측자료 비교에서, 근거리(100km 미만) 영역에서는 관측값이 높게 나타나 원거리에서 상대적으로 서로 잘



〈그림 15〉 관측기록에 의한 최대가속도와 우리나라 지진동 거리감쇄식의 비교





〈그림 16〉 관측기록에 의한 최대가속도와 일본의 지진동 거리감쇄식의 비교

일치하는 이유는, K-NET, KiK-net 지표 지진관측소의 전반적인 부지증폭특성과 고리원전부지의 부지증폭특성의 차이점 때문으로 판단된다. 이러한 이유로는, 1) 고리원전부지의 고주파영역(3Hz 이상) 부지증폭특성이 일본 K-NET, KiK-net 부지증폭특성보다 낮고, 2) 근거리에서 고주파스펙트럼의 수준이 PGA에 미치는 영향이 원거리 영역에 비해 상대적으로 크기 때문이다. 고리원전부지의 부지증폭특성이 일본 K-NET, KiK-net 부지증폭특성보다 낮은 이유는, 고리원전부지의 경우 표토층을 제거하고 단단한 기반암에 지진계가 설치된 반면, K-NET, KiK-net 지표 관측소의 경우에는 자연적인 지표면에 설치되었기 때문에 상대적으로 큰 부지증폭특성을 나타내기 때문이다.

5. 결론

본 연구에서는 2005년 3월 20일 일본 후쿠오카현에서 발생한 지진 시 국내 및 일본에서 관측된 지진기록을 이용하여 국내 지반운동 감쇄특성을 평가하였다. 본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- (1) 국내 및 일본에서의 관측기록에서 본 최대가속도분포는 등거리의 지점에서 진앙거리 100km 이상인 지점에서 우리나라 쪽의 가속도가 크게 나타나는 경향이 있으나 대체적으로 본진의 진앙으로부터 동심원상에 분포하고 있으며 국내 관측소 중 일부에서의 부지효과로 인한 가속도 증폭의 영향도 일부 포함되어 있다.
- (2) 등거리에 위치한 국내 및 일본의 관측점에서의 속도 응답 스펙트럼을 분석한 결과 국내 지진동의 경우 단주기 성분이 일본에 비해 우세하게 나타나는 경향을 보여주

- 고 있으며 이러한 현상 역시 부지효과가 일부 반영된 것으로 볼 수 있다.
- (3) 국내 및 일본에서 제시된 지반운동 거리감쇄식을 이용하여 관측값과 비교한 결과 두 감쇄식 모두 관측값과 유사한 결과를 보여주고 있다. 따라서 비교적 원거리에서 발생한 지진에 대한 국내에서의 거리별 지진동 예측이나 국내에서 개발된 지진동 거리감쇄식의 평가 등에 일본에서 제시된 감쇄식이 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.
- (4) 일본에서 도출된 강지진동 감쇄식은 양질의 국내 기반암 수준에서 예측되는 지진동 수준보다는 큰 값을 나타내 확률론적 지진재해도 평가 측면에서 보수적인 것으로 추정되나, 국내 지진관측소의 평균적인 지반특성을 갖는 부지의 지진안전성 평가의 대안으로 충분한 활용 가능성이 있다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 중장기연구개발 사업의 일환으로 수행되었으며 지진 관측자료를 제공해주신 기상청과 K-NET 및 Kik-net 자료를 제공해주신 일본 National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention(NIED)에 감사를 표합니다.

참고 문헌

1. Japan Society of Civil Engineers, *Reconnaissance Report on the 2005 Fukuoka-ken Seiho-oki Earthquake*, 2005.
2. Central Research Institute of Electric Power Industry,

- Korea-Japan Joint Research on Development of Seismic Capacity Evaluation and Enhancement Technology Considering Near-Fault Effect (Annual Report 2005)*, KAERI/RR-2604/2005, 2005.
3. Asano, K. and Iwata, T., Source Rupture Process and Near-Source Ground Motions of the 2005 West Off Fukuoka Prefecture Earthquake, <http://sms.dpri.kyoto-u.ac.jp/k-asano/050320inv-e.html>.
  4. Yun, K. H. and Park, D. H., "Development of Site-Specific Ground-Motion Attenuation Relations in Korea - Examples for the Nuclear Power Plant sites," *The 5th International Workshop on the Fundamental Research for Mitigating Earthquake Hazards*, 2005.
  5. Si, H. and Midorikawa, S., New Attenuation Relationships for Peak Ground Acceleration and Velocity Considering Effects of Fault Type and Site Condition, *J. Struct. Constr. Eng.*, AIJ, No. 523, 1999, pp. 63-70.