



KOREA HYDRO &  
NUCLEAR POWER CO., LTD

2015 한국원자력학회 Workshop

# 국내원전 외부재해 대처방안 (지진사건을 중심으로)

2015. 10. 28

장 천 중





- 01 폭풍해일 및 지진해일
- 02 지진재해 평가
- 03 향후 계획



# 폭풍해일 및 지진해일



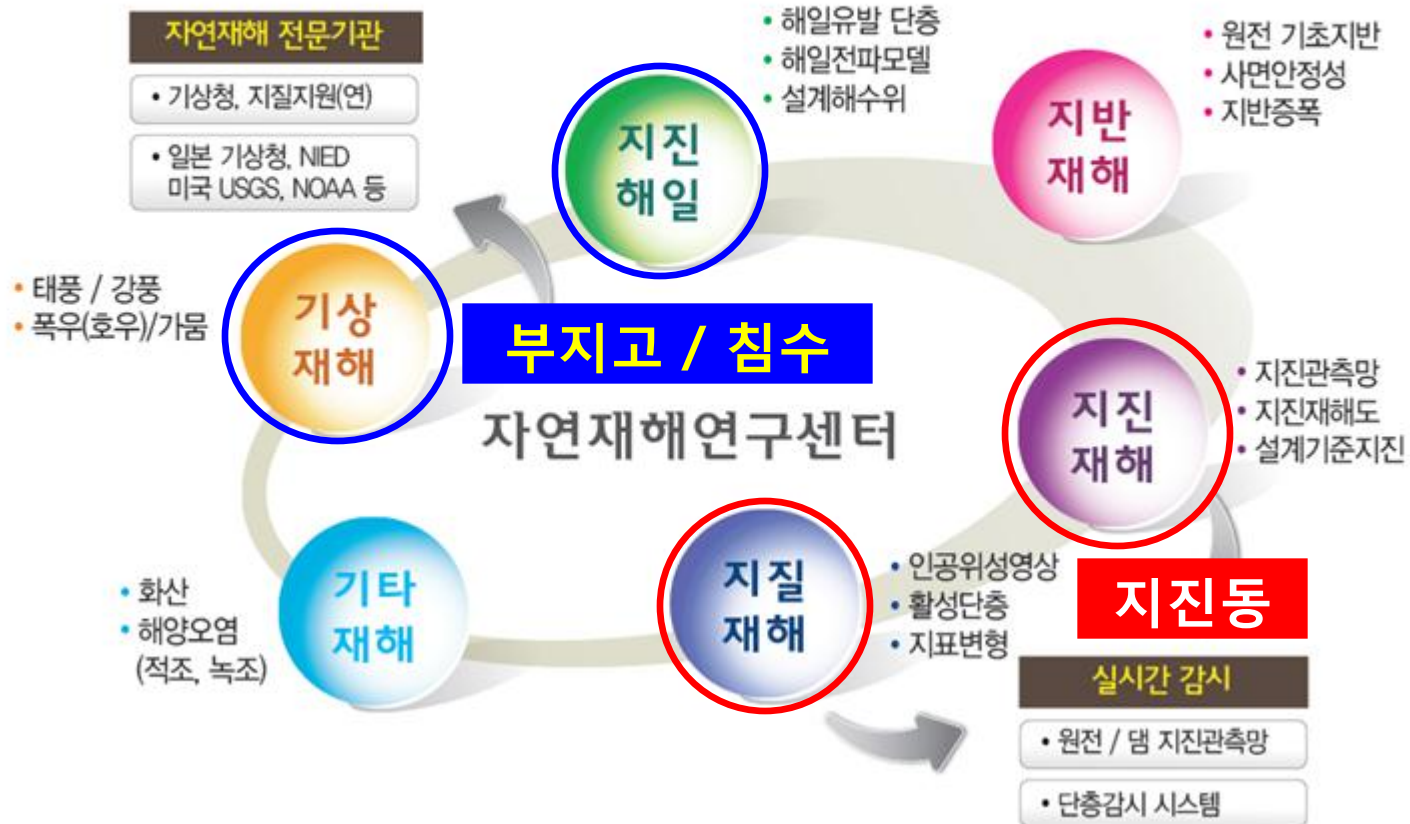


# 외부사건 재해의 종류



## 자연재해란 : 자연현상으로 인하여 발생하는 재해

- 지진 및 지질재해 : 지진, 활성단층, 지진해일, 화산
- 기상 및 풍수재해 : 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 조수, 대설



# 폭풍.지진해일 : 설계기준 관련 규정



- 원자로시설의 위치에 관한 기술기준 고시(10CFR Part 100 App. A)
- 경수로형 원전 규제기준 및 규제지침 (KINS/RG-NG01.XX)

지질 / 지진	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 단층조사, 지진활동 조사 : <b>설계 지진동 평가</b></li> </ul>
기상	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 태풍, 폭설, 폭우, 회오리바람, 부지기상관측</li> </ul>
수문 / 해양	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 육상홍수 : 국지강우, 하천범람</li> <li>▪ 해수범람 : <b>폭풍해일, 지진해일, 해수위, 파랑, 홍수 조합 : 부지고 평가</b></li> </ul>

## 1.4 원자로시설 부지 및 그 주변의 홍수 및 용수공급에 관한 조사.평가(KINS/RG-NG01.04)

- ❖ 해수범람 : 최소한 30년 이상의 자료 / 수치모델 이용 조사.분석
  - **가능최대 폭풍해일** : 기압, 최대풍속 및 반경, 지속시간, 이동속도 및 방향, 연안지형
  - **가능최대 지진해일** : 지진규모, 단층변위, 전파해역 수심, 기준해수면, 해안선 영향 등
  - 파랑효과

☞ **해수범람 영향 평가(설계 부지고), 냉각수 공급능력 평가 / 침수영향**

# 폭풍.지진해일 : 설계 해수위 평가 방법



## ➔ 설계해수위 산정방법

- 최고조위 + 폭풍해일고 + 파랑쳐오름(wave run-up)
- 최고조위 + 지진해일 + 파랑쳐오름(wave run-up)

## ➔ 지진해일이 원전에 미치는 영향

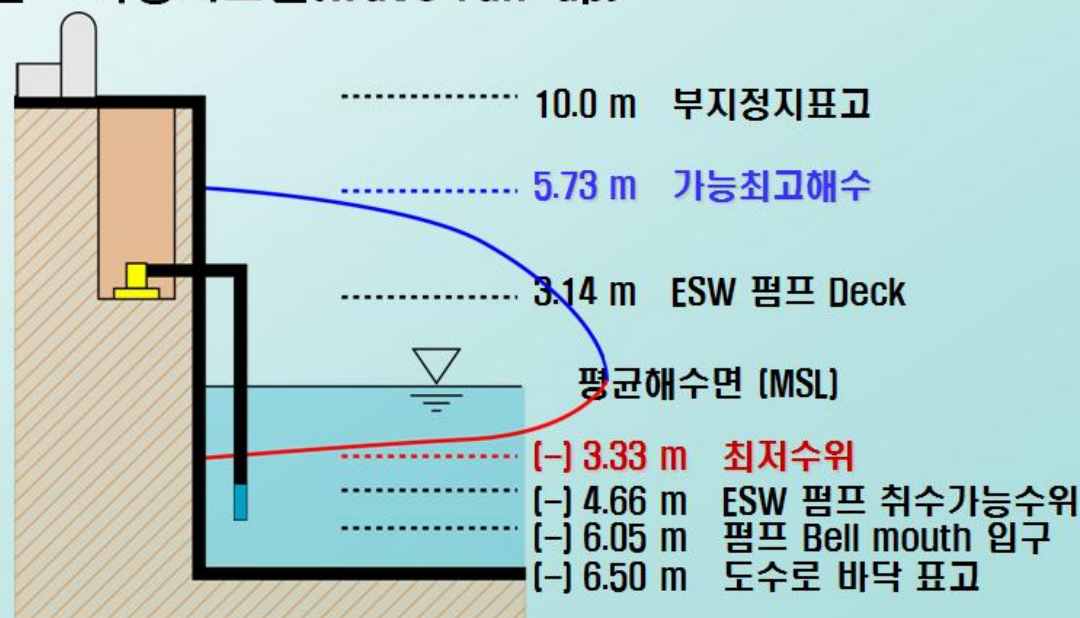
- 최고조위 + 폭풍해일고 + 파랑쳐오름(wave run-up)
  - 최고조위 + 지진해일 + 파랑쳐오름(wave run-up)
- > 중 높은 값

### 가능 최고 해수위

El. 5.73 m  
고조위, 지진해일 및  
풍파 영향 고려

### 가능 최저 해수위

El. (-)3.33 m  
저조위 및 지진해일 영  
향고려



[ 울진5,6호기 설계해수위 ]



# 폭풍.지진해일 : 지진해일 평가 방법



지진 및 지진해일의 자료수집



지진해일 **유발 단층** 특성 결정



예상단층 위치, 방향 및 규모 결정



지진해일 **초기 파형** 결정



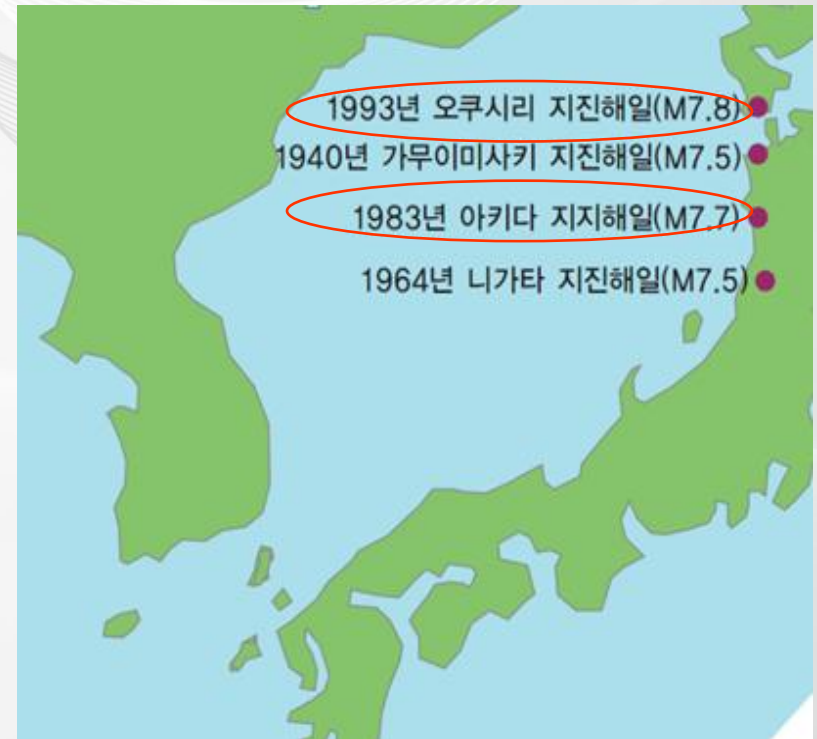
지진해일 **전파 수치모형** 적용

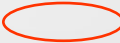


부지별, 빈도별 **지진해일고** 추정



지진해일 영향평가 / 방호설계



 지진해일 평가에 활용된 지진

# 폭풍.지진해일 : 태풍과 슈퍼 태풍



## 태풍

크기	구분(풍속 15m/s이상 영역의 반경)	강도	구분(중심부근의 최대풍속)
소형	300km 미만	약	17m/s 이상 ~ 25m/s 미만
중형	300km이상 ~ 500km 미만	중	25m/s 이상 ~ 33m/s 미만
대형	500km이상 ~ 800km 미만	강	33m/s 이상 ~ 44m/s 미만
초대형	800km 이상	매우강	44m/s 이상

## 슈퍼 태풍

태풍이 발달하여 최전성기의 최대풍속이 **65m/s(234km/h)**를 초과한 태풍

- 철탑이 휘어지고 거대한 크레인이 무너질 수 있는 위력 ('03 <매미> 60m/s)  
※슈퍼태풍이라는 용어는 미국 해·공군합동경보센터에서 처음으로 사용

### 국내 슈퍼 태풍급 태풍

태풍 루사 (발생: 2002.08.31)	태풍 매미 (발생: 2003.09.12)
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 높은 해수면온도로 충분한 에너지원 공급</li> <li>● 편서풍대가 약해져 강한 세력을 유지함</li> <li>● 우리나라 전역에 강한 폭풍우 기록</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 높은 해수면온도로 충분한 에너지원 공급</li> <li>● 진행방향 및 지형적 요인으로 폭우동반</li> <li>● 만조와 강풍의 복합작용으로 해일발생</li> </ul>
최대순간풍속 56.7m/s, 일최다강수량 870.5mm(강릉)	최대순간풍속 60m/s, 일최다강수량 410.0mm(남해)



# 폭풍.지진해일 : 원전별 설계 해수위



구분	호기	고조위	폭풍해일	지진해일	처오름	설계해수위	부지고	여유고	비 고
고리원전	1,2	0.927	2.507	0.33	3.75	7.184	7.5 <sup>주(1)</sup>	0.316	PSR
	3,4	0.927	2.507	0.33	3.75	7.184	9.5	2.316	(2007년)
신고리원전	1,2	0.927	2.507	0.33	4.43	7.864	9.5	1.636	FSAR
	3,4	0.927	2.507	0.295	4.4	7.834	9.5	1.666	PSAR
월성원전	1 ~ 4	0.767	2	0.5	4.3	7.067	12	4.933	PSR (2009년)
신월성원전	1,2	0.767	2	0.5	4.3	7.067	10	2.933	FSAR
영광원전	1,2	4.366	1.73	-	2.09	8.19	10	1.81	PSR
	3,4	4.366	1.73	-	2.09	8.19	10	1.81	(2005년)
	5,6	3.4	1.73	-	2.09	7.22	10	2.78	FSAR
울진원전	1 ~ 6	0.33	0.89	3	2.4	5.73	10	4.27	FSAR

※ 후쿠시마 후속(2-1) 고리원전 해안방벽 증축 (타 원전 수준 10m x 2.1km 증축 완료)

# 폭풍.지진해일 : 최대 해수위 평가 최근연구(월성)



## ❖ 지진해일 - 연동형 지진거동 고려

- 동해 동연부 과거 지진들이 **동시 거동**, PMT 지진규모:  $M_w 8.1$
- 분산효과 및 전향력을 고려할 수 있는 수치모형 적용

## ❖ 폭풍해일

- 태풍 재원 : **과거 태풍 3 case** 및 **슈퍼 태풍 6 case** 적용
- **해일 및 파랑수치 모형** : ADCIRC + UNSWAN 결합모형 적용
- EurOtop / PC-Overtopping: 최신의 처오름 산정 이론 적용

## ❖ 서해안 기상해일 / 동해안 너울성 이상 해파

- 기상해일 : 2007년 서해안 기상해일(법성포) 관측자료 적용 (한빛 NPP)
- 너울성 이상해파 : 2006/2008년 너울성 이상해파 수치모의

☞ 원전의 부지고 및 ESW 펌프 : **지진해일, 폭풍해일, 기상해일에 안전함**을 확인

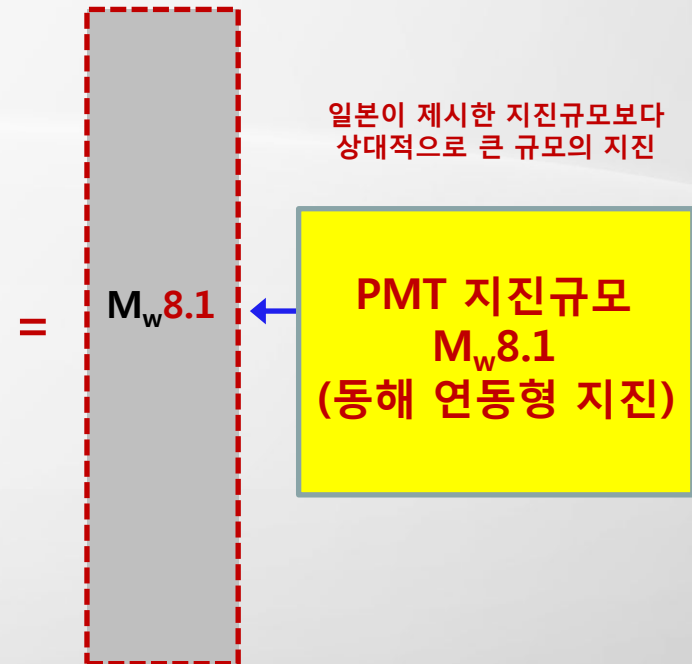
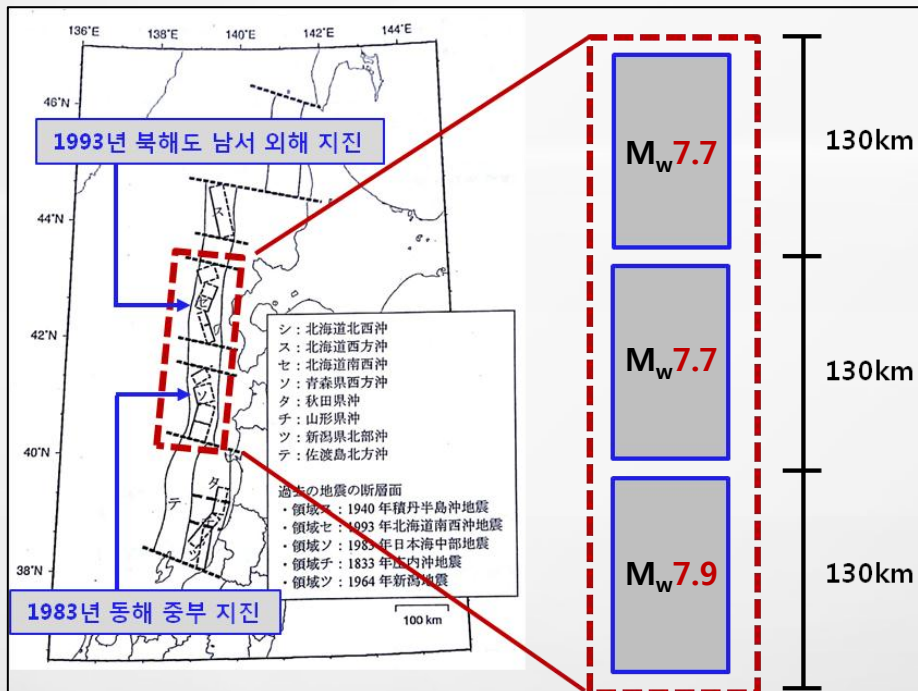
후쿠시마 후속(2-3) : 원전부지 설계기준 해수위 조사.연구 (KHNP, 2015)  
[ 입력자료 보수성(지진 동시거동, 슈퍼태풍 등) 고려 평가 ]

# 폭풍.지진해일 : 잠재 지진해일 발생영역 고려



## ❖ 동해 동연부 과거 지진들의 동시 거동을 설정: 연동형 지진해일

- 1983년 동해 중부 지진( $M_w 7.9$ ), 1993년 북해도 남서 외해 지진( $M_w 7.7$ )
- 지진공백역의 추가 지진( $M_w 7.7$ ) 고려
- 일본 연구진이 제시한 동해 동연부 지진 발생 층의 두께(15km) 고려





# 폭풍.지진해일 : 폭풍해일의 태풍 선정



## ◆ 해수위 평가를 위한 태풍재원 선정 - 총 9 CASE

### ❖ 과거태풍 3 CASE

- 과거 우리나라에 피해를 발생시킨 태풍
- 기록적인 순간풍속이 관측된 태풍
- 한반도 연안으로 상륙 또는 진행한 태풍



- ☐ Thelma (8705)
- ☐ Maemi (0314)
- ☐ Bolaven (1215)

### ❖ 슈퍼태풍 6 CASE

- 전술된 과거태풍 및 Kompasu(1007)의 태풍 모수 보정
- KHOA 슈퍼태풍
- Wind scale (National Hurricane Center) : Category 5



- ☐ Thelma\_sp (super typhoon)
- ☐ Maemi\_sp
- ☐ Bolaven\_sp
- ☐ Kompasu\_sp
- ☐ KHOA-Case1
- ☐ KHOA-Case2



# 지진 재해



# 지진재해 : 관련 기준 및 지침



## 규제기준 및 기술기준

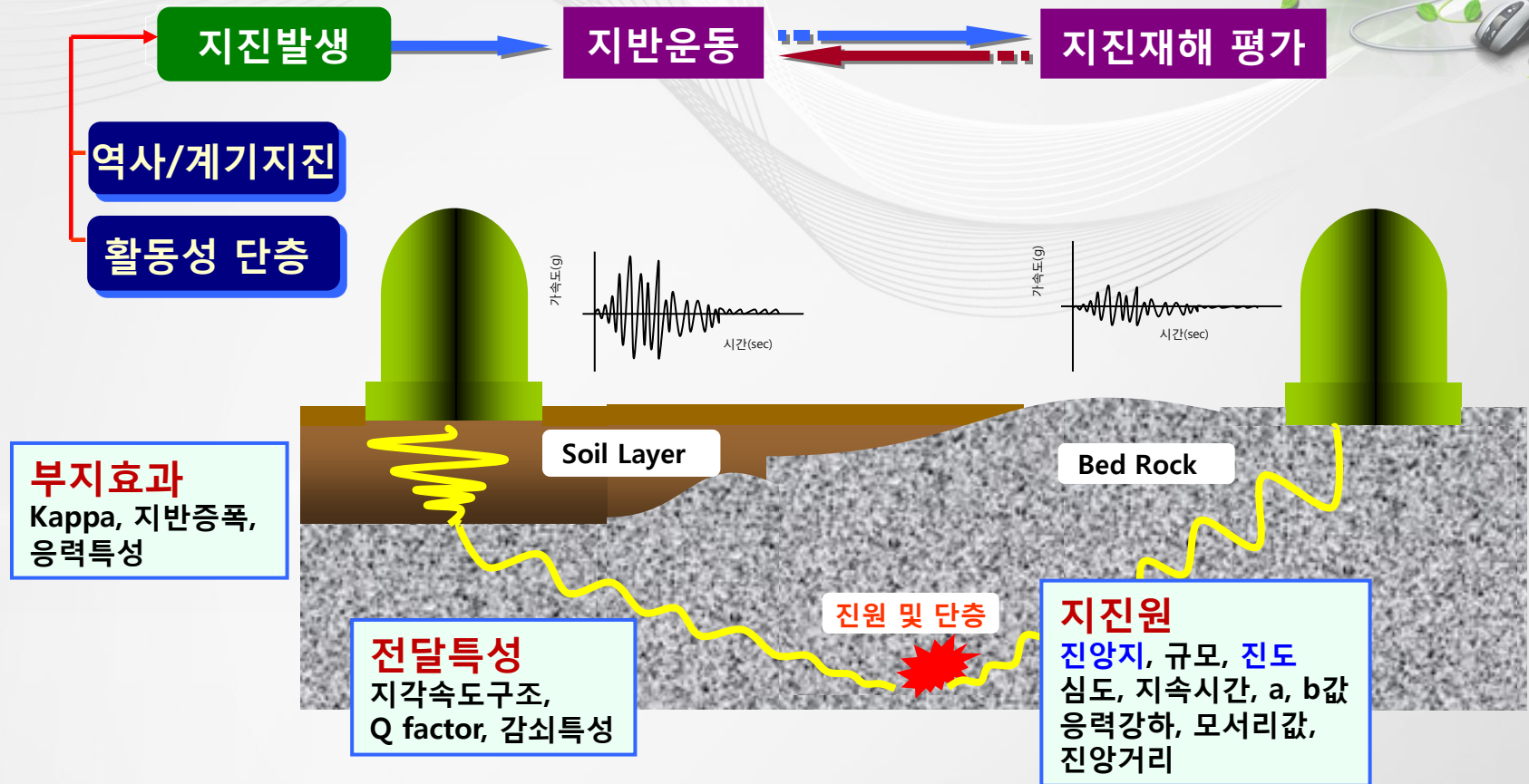
- ❖ 원안위 고시 제2011-3호('11.11.11) 원자로시설 등의 기술기준에 관한 기준
  - **NRC 10 CFR Part 100 App. A** 원전부지 지진/지질학적 선정기준 준용
    - 10 CFR Part 100.23 “지진·지질학적 부지선정 기준” ('97.1)
    - (결정론)R.G. 1.60 “원전 내진설계를 위한 설계응답스펙트럼”(‘73)
    - (확률론)R.G. 1.208 “성능기반 접근법에 의한 SSE 결정” ('07. 3)
- ✓ 결정론적 방법으로 설계응답 스펙트럼 산정
- ✓ 확률론적 방법으로 부지고유 응답스펙트럼 검증

## 지진재해도 평가 관련 규제지침 및 문서

- NUREG/CR-6728 : 부지응답을 반영한 지진재해도 평가에 관한 기술보고서
- NUREG/CR-6372 : 지진입력자료 불확실성 평가 및 전문가 활용에 관한 기술보고서 (so-called **SSHAC guideline**)
- NUREG-2115('12. 1. 31) : 원전 시설물에 적용을 위한 미 중동부 지진원 특성화



# 지진재해 : 지진재해평가 절차



**지진재해평가 : (1) 입력 지진동, (2) 지진파 전달특성, (3) 부지효과**

# 지진재해 : SSE 결정 및 평가(결정론적 방법)



1. 지진지체구조구 / 지진원 결정 (역사지진, 계기지진, 단층)
2. 각 지진원의 최대잠재 지진크기 결정
3. 경험적인 지진감쇠식 결정
  - 평균 PGA =  $f[R(\text{거리}), M(\text{규모})]$
  - (예)  $a = b_1[R + b_4 \exp(b_5 M)]^{-b_3} \exp(b_2 M)$
4. 단층과 부지의 최단거리에 대한 부지 PGA 결정
5. 최대잠재지진에 대한 응답스펙트럼 (SSE) 작성
6. 설계지진에 대한 응답스펙트럼 (OBE) 작성

# 지진재해 : 국내 원전 SSE 평가



부지	호기	지진명	진도/규모		사용공식	가속도 계산값 (g)	SSE (g)
울진	1,2	지리산 지진(1936.7)	M	5.0	Donovan & Bornstein(1977)	0.15	0.2
	3,4	지리산 지진(1936.7)	M	5.0	Donovan & Bornstein(1977)	0.15	0.2
	5,6	지리산 지진(1936.7)	M	5.0	Donovan & Bornstein(1977)	0.15	0.2
영광	1,2	황해지진(1910.1)	M	6.75	Okamoto(1973)	0.165	0.2
	3,4	황해지진(1910.1)	M	6.75	Okamoto(1973)	0.165	0.2
	5,6	황해지진(1910.1)	M	6.75	Okamoto(1973)	0.165	0.2
		속리산지진(1978.9)	M	5.2	Donovan & Bornstein(1977)	0.165	0.2
월성	1	경상도 지진(1643.6)	JMA	7	?	0.19	0.2
	2,3,4	지리산 지진(1936.7)	JMA	5	Kawasumi(1951)	0.145	0.2
고리	1	지리산 지진(1936.7)	JMA	5	공식 없음	0.15	0.2
	2	D'appolonia 보고서 참고 (고리 2,3,4호기)				0.19	0.2
	3,4	지리산 지진(1936.7)	MMI	7.5	Neuman(1954)	0.19	0.2
					Trifunac & Brady(1975)	0.19	0.2

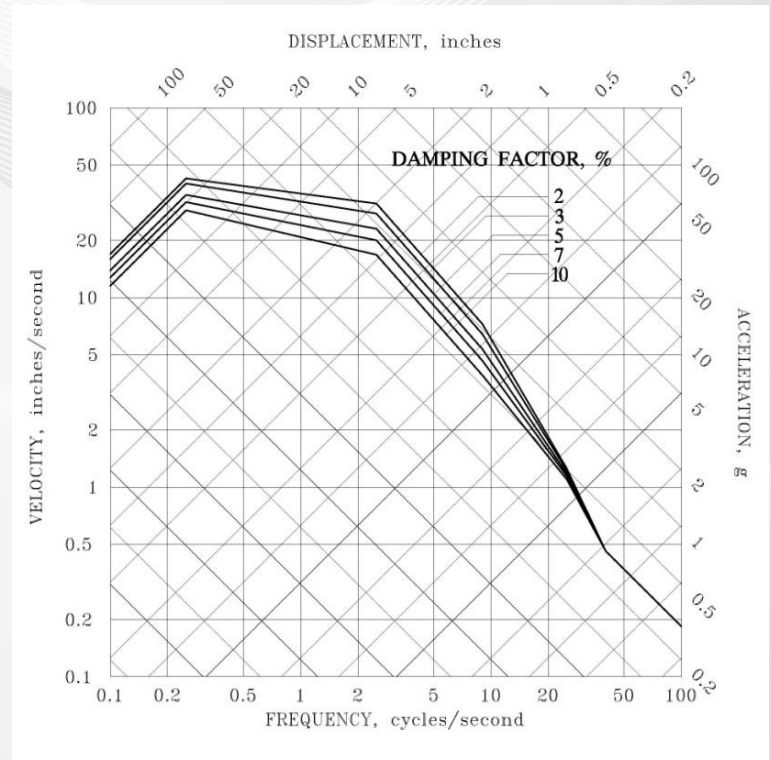
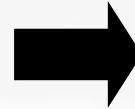
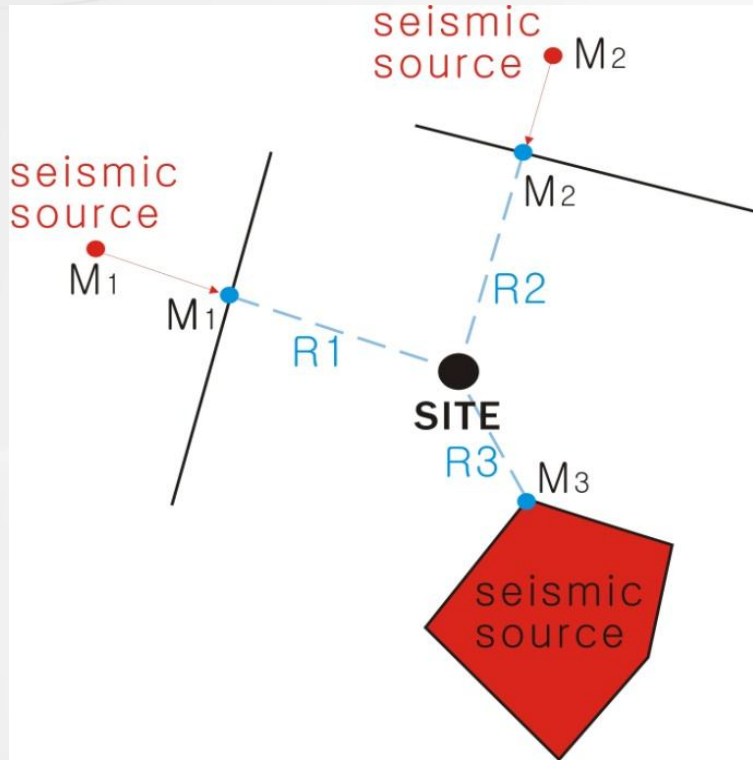
- 기존 SSE 결정 : 계기지진 활용 (역사지진의 불확실성으로 미반영)
- **읍천단층 고려** : 0.193g [1.5km, 4.5m, 최대 잠재지진규모 6.0(평균값) / 월성 FSAR]



# 지진재해 : 설계응답스펙트럼



## ❖ Reg. Guide 1.60 적용 (표준응답스펙트럼, 준용규제기준)



- 제어지진(부지에서 가장 큰 지진동을 발생시키는 지진)을 결정, PGA 계산
- 표준응답스펙트럼(1g 기준)에 비례 적용하여 설계응답스펙트럼 산정

# 지진재해 : 원전 지진재해평가 현황



## 기존 원전 평가

- ❖ 원전 안전성분석 보고서 (부지특성조사)

## 양산단층 활동성

- ❖ 양산단층을 고려한 설계지진 재평가
- ❖ 원전부지 최대지진 평가 연구
- ❖ 원전 지진안전성 평가기반 기술개발

## 동일본 대지진

- ❖ 원전부지 최대지진 조사 연구 : 국내 발생 가능한 최대지진에 대한 전면 재검토 (역사지진 고려, SSHAC Level 2/3 PSHA 수행)

## Stress Test (극한재해)

- ❖ 극한재해(1만년 재현주기) 지진재해 평가

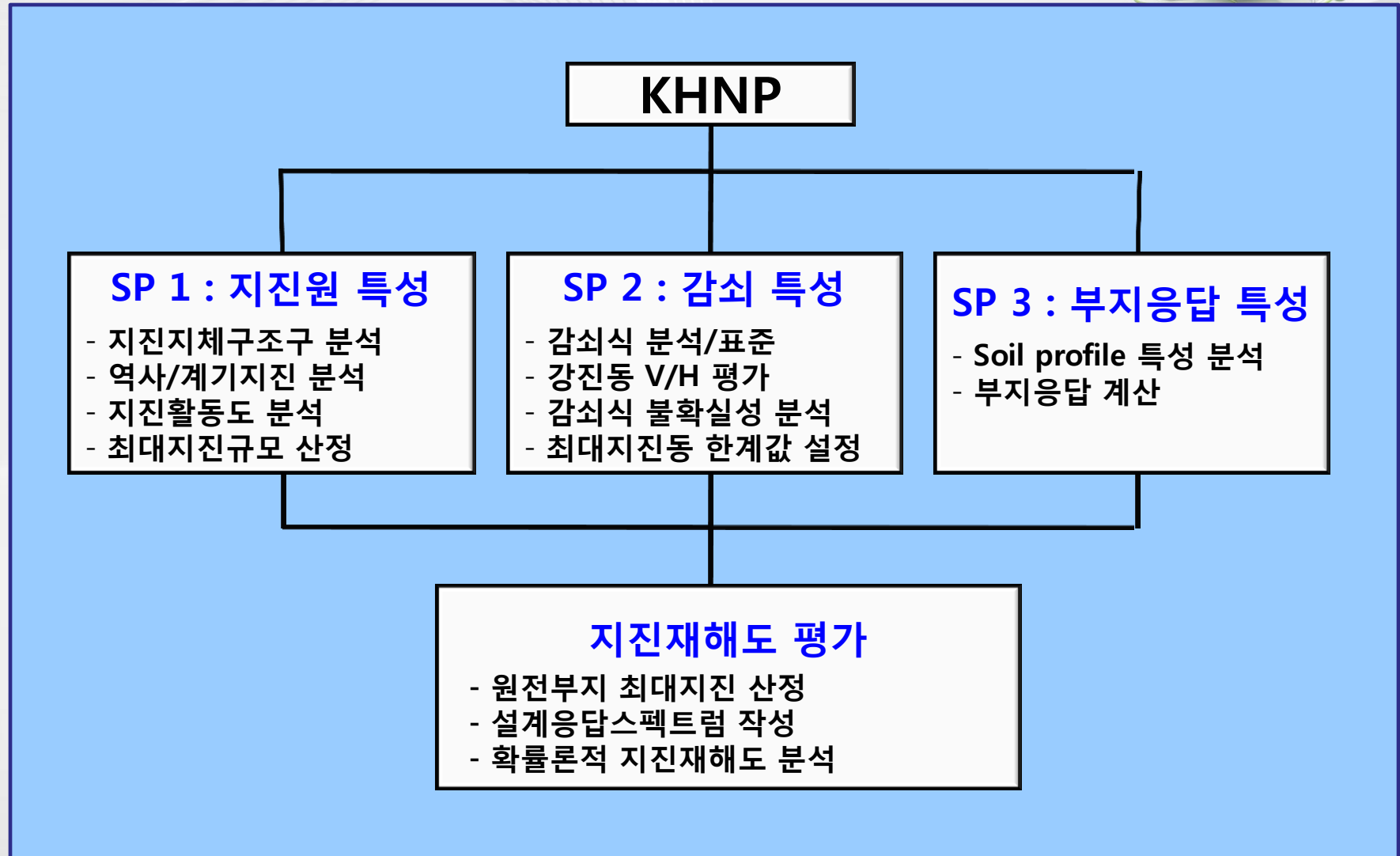
# 지진재해 : 최근 연구 방법 비교



- 후쿠시마 원전 사고 : 국내 발생 가능한 최대지진에 대한 전면 재검토
- 원전부지 최대지진 조사 연구 ('11.11 - '14.01)

구 분	기존방법 (PSAR 작성시)	최근 연구 방법 (최대지진 조사/연구)	비 고
지진원 특성분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계기지진목록 분석</li> <li>• b값 산정 : 최소자승법</li> <li>• 최대규모지진산정 : 결정론</li> <li>• 지체구조구 설정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지질(단층) 특성 기반</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계기지진목록 분석 , <b>역사지진목록</b> 분석</li> <li>• b값 산정 : 최소자승법 / <b>최대우도법</b></li> <li>• 최대규모 지진 산정 : 결정론적 기법+<b>확률론적 기법</b></li> <li>• 지진지체구조구(<b>지질+지진+지구물리 특성</b>)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지질특성+지진밀도, 중력, Q값, 지각두께 등 고려</li> </ul> </li> </ul>	<b>역사지진</b> 반영 <b>확률론적</b> 기법 <b>지진지체구조구</b>
지진동 특성분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내/국외 지진동 감쇠식 문헌 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 감쇠식 분석 및 주요 <b>감쇠식 입력자료 재평가</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>원전부지 특성 고려</b> : kappa값</li> <li>- 응력강하량 : 국내 420개 지진으로부터 도출</li> </ul> </li> </ul>	<b>감쇠식</b> 불확실성 분석
부지응답 특성분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고려 안함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soil profile 특성화를 통한 randomization기법 연구</li> </ul>	Reg.Guide 1.208
원전부지 최대지진	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 결정론적 최대지진동 산정</li> <li>• 확률론적 지진재해도 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 결정론적 최대지진동 산정</li> <li>• 확률론적 지진재해도 분석 (<b>SSHAC 2/3</b>)</li> </ul>	

# 지진재해 : 평가 추진 체계





# 지진재해 : SSHAC 평가 절차



## ❖ SSHAC (Senior Seismic Hazard Analysis Committee) Guideline (NUREG/CR-6372)

- 지진입력자료의 불확실성 평가 및 전문가 활용 방법에 관해 기술된 NRC 기술 지침서
- 지진활동도, 불확실성 정도, 투입되는 자원 및 연구비의 크기에 따라 level 1-4로 구분됨

	학계 참여정도	적용부지	Documentation
Level 1	논문자료	Low seismicity Low uncertainty & controversy	참고문헌
Level 2	PE 및 RE의 역할로 직접적 참여 (인터뷰 혹은 서신교환)	Moderate to High seismicity Low to High uncertainty & controversy	인터뷰 및 서신자료
Level 3	PE 및 RE의 역할로 직접적 참여 (Workshop)	Moderate to High seismicity Low to High uncertainty & controversy	Workshop Results
Level 4	ITC teams develop input (Workshop 및 인터뷰)	Moderate to High seismicity High uncertainty & controversy	ITC Team 보고서 및 Workshop Results

⇒ KHNP SSHAC Level 2/3 수행

# 지진재해 : SSHAC Level 2/3



Training workshop ('12.3.9-10)

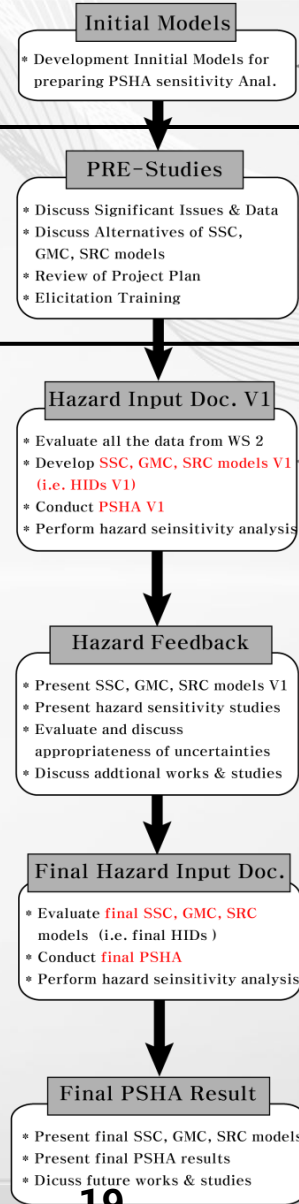


국내워크샵('12.6.28, '12.9.1)



국제워크샵 ('12.10.11-13)

## PSHA



## Work Shop 1

Orientation, SSHAC Training Development Project Plan  
Attendee: all participant  
Jan. 2012

## Work Meeting

Development Initial Models  
Attendee: TI & Hazard Analyzer  
Jun. 2012

## Work Shop 2

Significant Issues, Data Needs, Alternative Models  
Attendee: all participant & RE, PE, Observers  
Aug. 2012

## Work Meeting

Process of Evaluation and Integration (Elicitation for Models)  
Attendee: TI, PTI, & Hazard Analyzer  
Nov. 2012

## Work Shop 3

Model V1 Hazard Feedback  
Attendee: all participant & RE, PE, Observers  
Jan. 2013

## Work Meeting

Elicitation for final SSC, GMC & SRC models  
Attendee: TI, PTI, & Hazard Analyzer  
May. 2013

## Work Shop 4

Final SSC, GMC, SRC models & Site Hazard Results  
Attendee: all participant & RE, PE, Observers  
Aug. 2013

## DSHA

**Initial Models**

Development Initial Models for preparing DSHA sensitivity Anal.

**PRE-Studies**

- Discuss Significant Issues & Data
- Discuss new seismic source models
- Discuss adoption of historical EQ catalogue and its uncertainty
- Discuss appropriate usage of updated seismic models to DSHA

**Controlling EQ. V1**

- Determine seismic source model
- Determine GM models for DSHA
- Determine the Controlling EQ V1
- Calculate deterministic SSE V1
- Perform hazard sensitivity analysis

**Hazard Feedback**

- Present Controlling EQ V1 & all models used to DSHA V1
- Present hazard sensitivity studies
- Discuss appropriateness of models
- Discuss additional works & studies

**Final Controlling EQ.**

- Determine final Controlling EQ, seismic source & GM models
- Calculate final deterministic SSE
- Perform hazard sensitivity analysis

**Final DSHA Result**

- Present final Controlling EQ & all models used to DSHA
- Present final DSHA result
- Discuss future works & studies

# 지진재해 : 지진원 특성 (지진목록 재평가)



비교검토 목록

지진목록 선정

여진 제거

진도-규모 변환

## 역사지진

- 목록 비교검토 및 선정 : 지질학회(2011)  
(진도평가 기준, 원문해석 충실성)
- 전진, 여진, 군발지진 제거 (시.공간창 설정)
- 진도-**규모(Mw)** 변환, 변환식 유도

기관별 목록

중복지진 분류

여진 제거

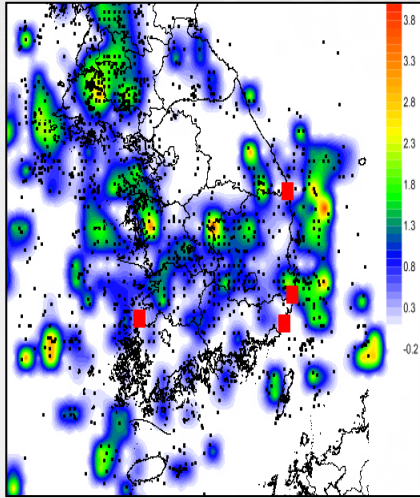
진원정보 통일

## 계기지진

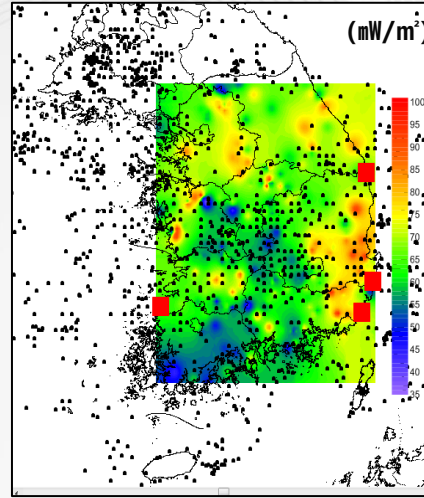
- 목록 비교 : KMA, KIGAM, NK, NEIC, ISC, 중국
- 중복지진 분류 : 시각, 위치, 진앙지, 해양, 규모
- 전진, 여진, 군발지진 제거(시.공간창 설정)
- 변환식 이용 **Mw로 규모 통일**



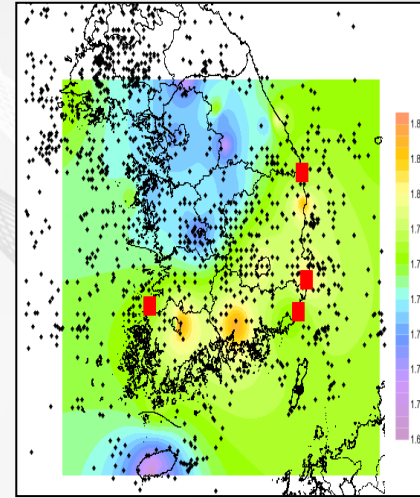
# 지진재해 : 지진원 특성 (지진지체구조구 설정)



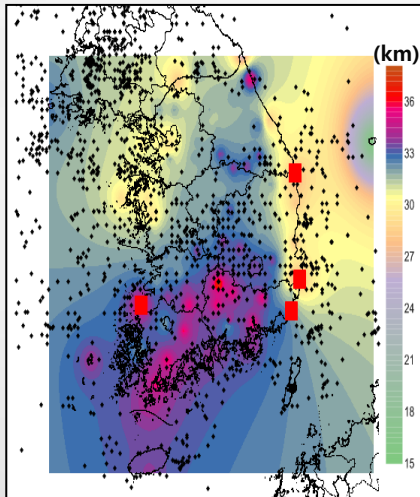
**seismicity density**



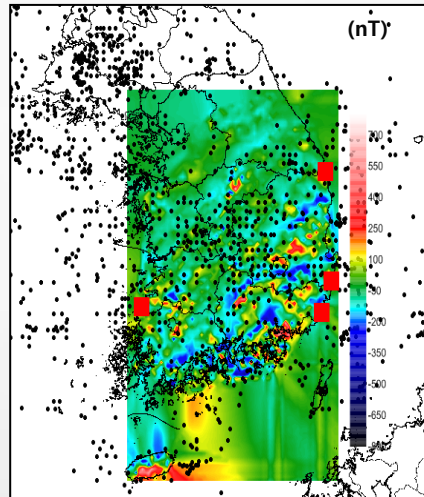
**heat flow**



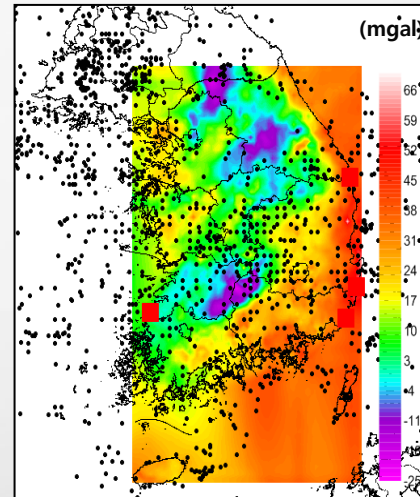
**Vp/Vs ratio**



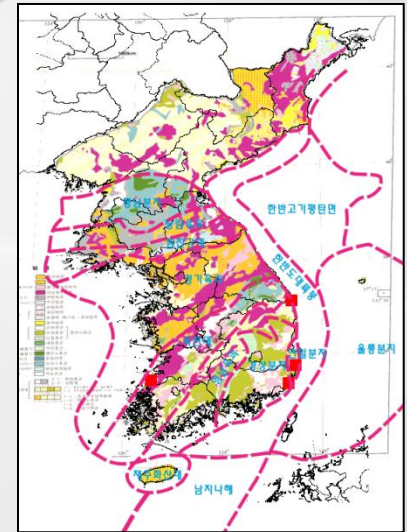
**Moho-depth**



**magnetic anomaly**



**gravity anomaly**

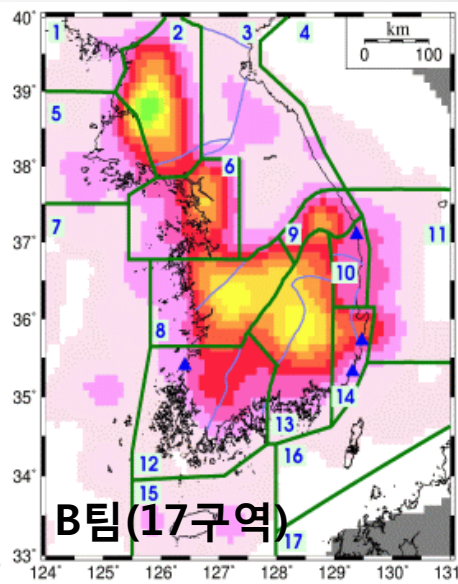
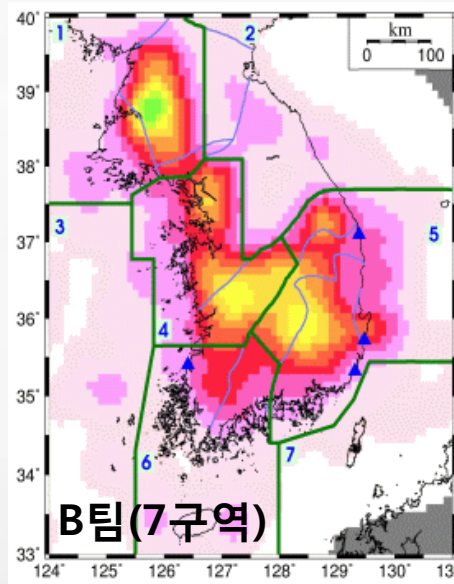
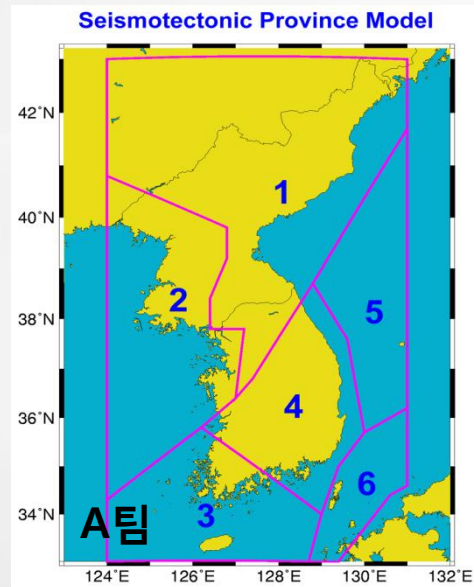




# 지진재해 : 지진원 특성 (지진지체구조구 도출)



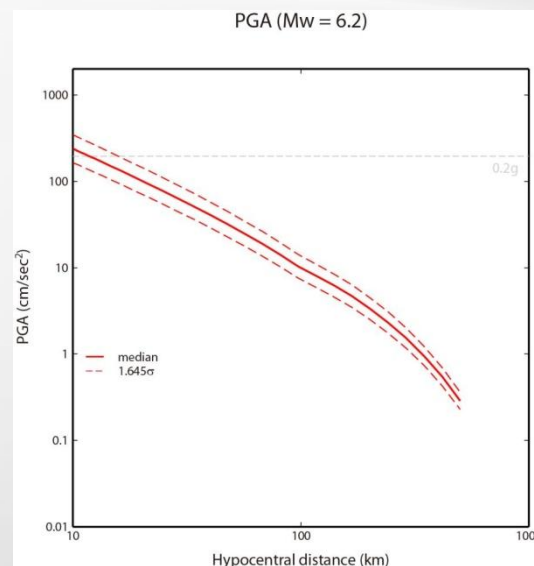
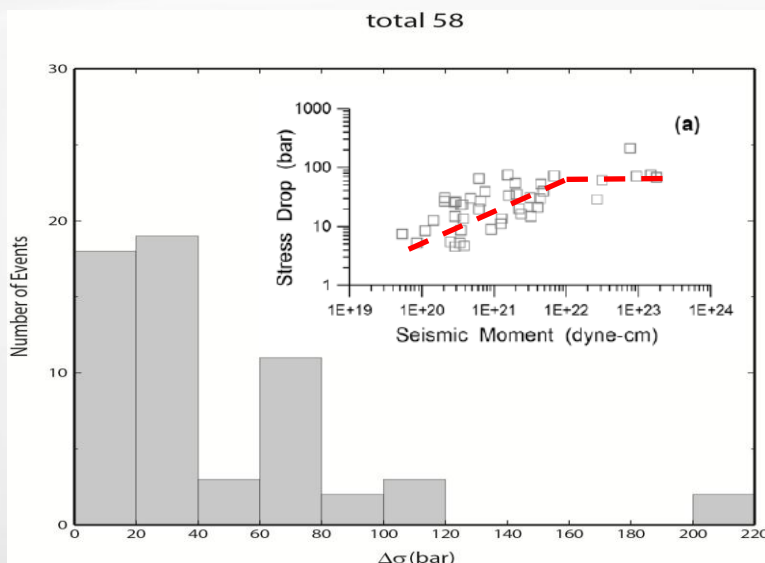
- 지진지체구조구 설정 : 기존 구조구, 지진밀도, 지구물리 DB 기준
- 지체구조구별 : 지진활동도, 최대잠재지진 규모 평가
  - 지진활동도 : 최대우도법, 계기지진목록 이용 a,b 값 도출
  - 최대지진규모 : Mmax 평가



# 지진재해 : 지진동 감쇠식 개발



- 국내 감쇠식 검토(7개), 감쇠식 입력변수 평가, 민감도 분석
  - 응력강하량(Stress drop), 부지 감쇠상수( $K_s$ ), 비탄성 감쇠상수( $Q$ )
- 지진동 감쇠식 모델 : 3개 모델
  1. 감쇠식 연구 7개 입력변수 분포 활용, 강지진동 모사
  2.  $Q$ : 기존연구(3그룹),  $K_s$ : 원전부지 대상 활용, 응력강하: 국내지진 420개
  3. 응력강하량 : 74.2 bar, 규모 4이상 지진의 응력강하량 적용
- 국외 감쇠식 : Toro et al.(1997), Campbell(2003), Atkinson and Boore(2006)



# 지진재해 : 지진재해도 분석(확률론적 방법)



TEAM

Seismic Source Model

Seismic Sources

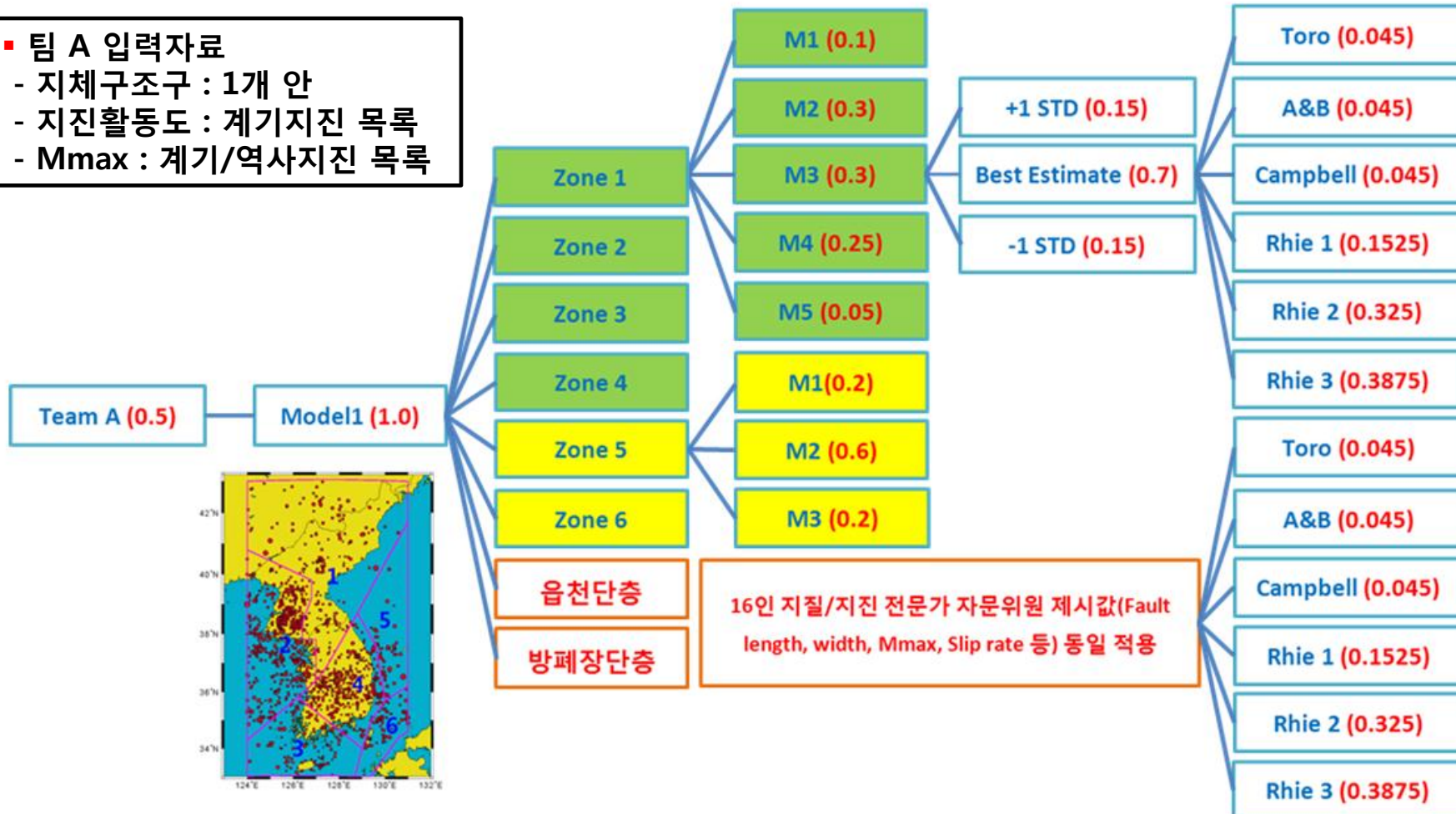
Mmax

a- & b- value

GMPE

## ■ 팀 A 입력자료

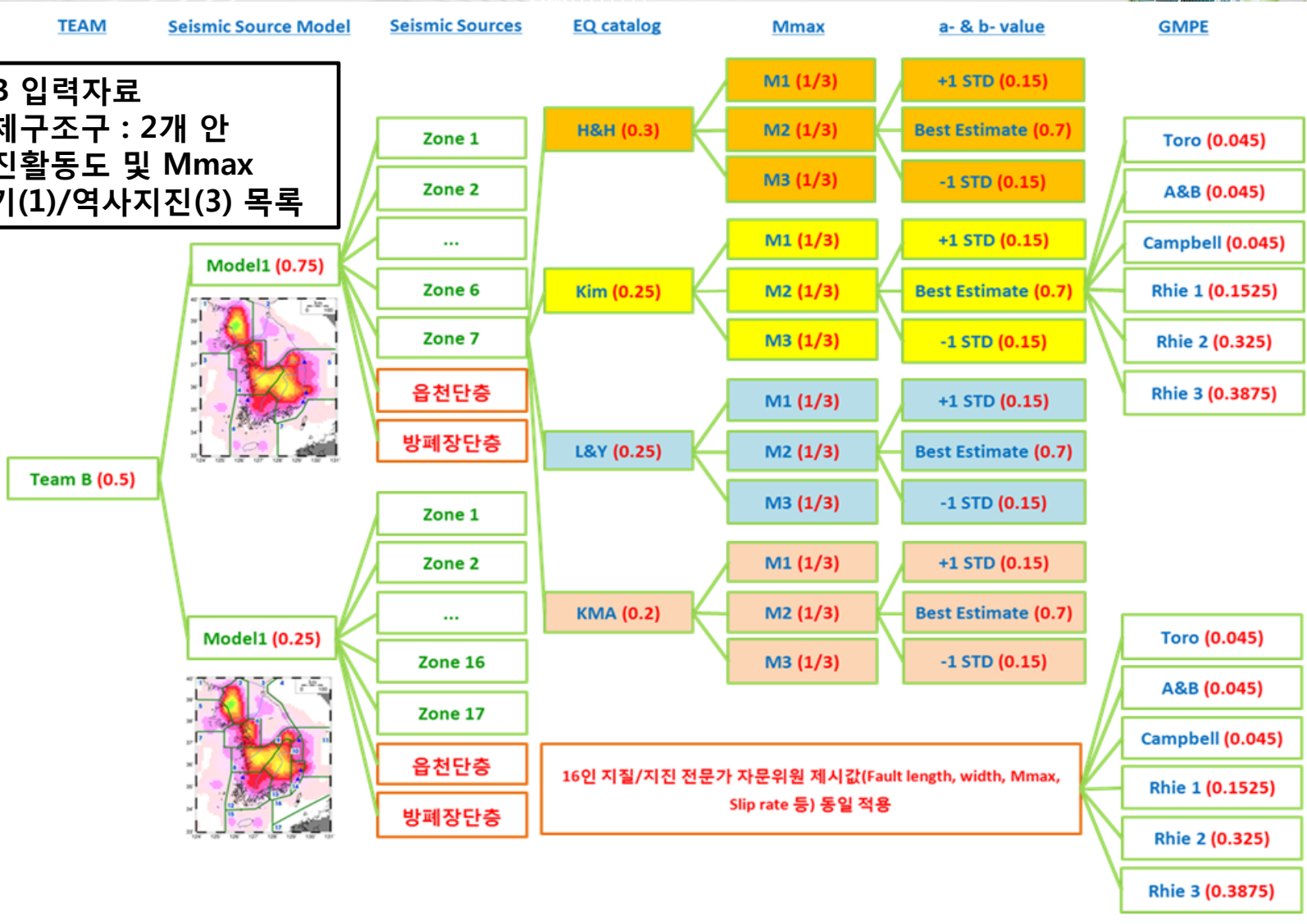
- 지체구조구 : 1개 안
- 지진활동도 : 계기지진 목록
- Mmax : 계기/역사지진 목록



# 지진재해 : 지진재해도 분석(확률론적 방법)

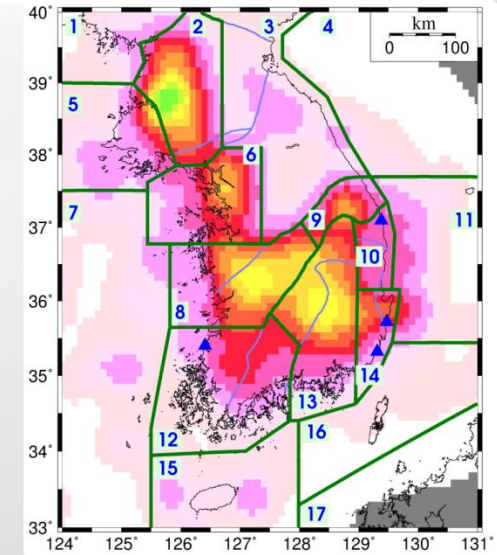
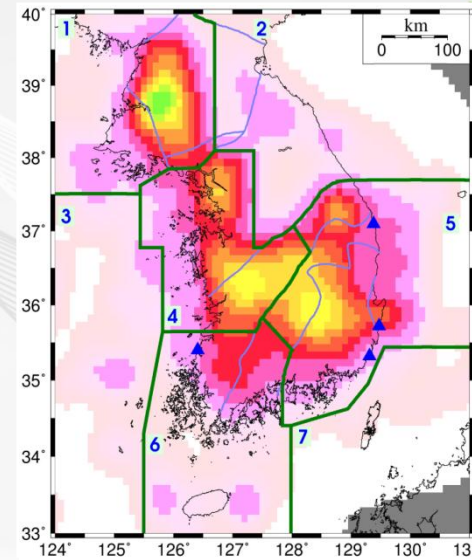
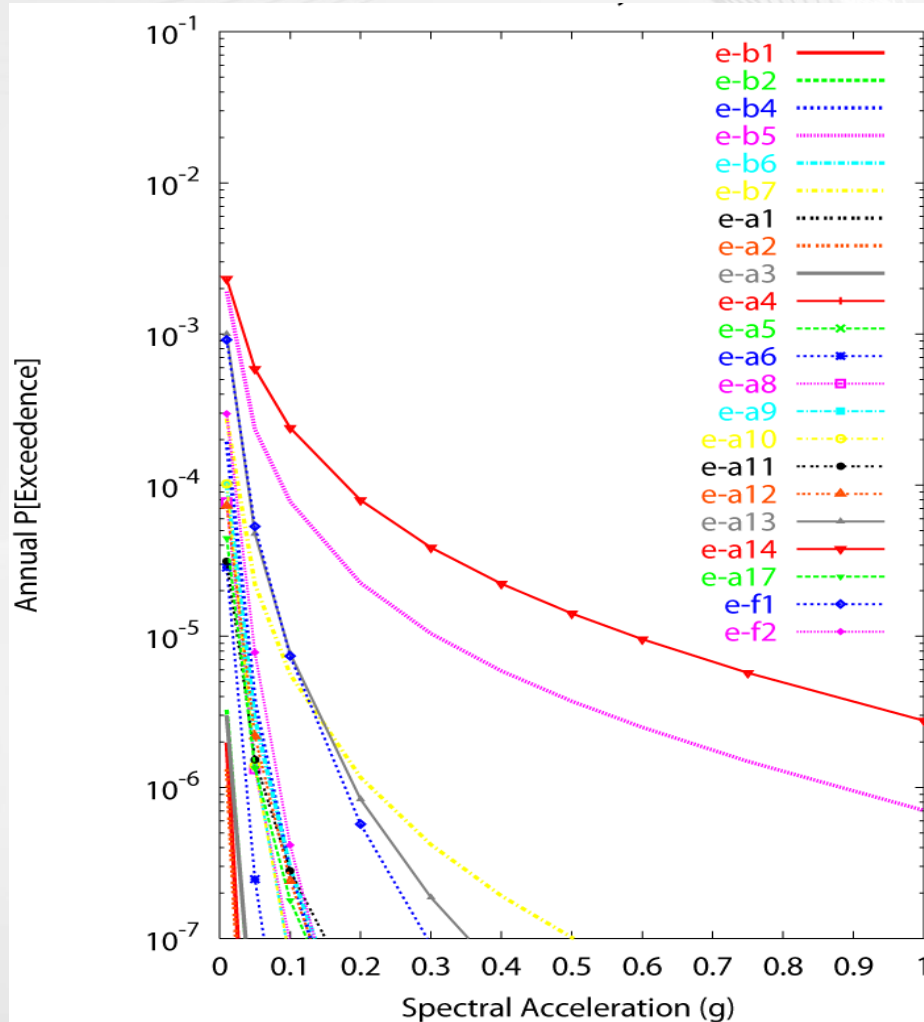


- 팀 B 입력자료
  - 지체구조구 : 2개 안
  - 지진활동도 및 Mmax 계기(1)/역사지진(3) 목록





# 지진재해 : 지진재해도 분석(예)





## ❖ 지진원 특성 평가

- 역사지진 : 목록 검토, 진도 재평가, 여진군 분석, 규모 전환식 제시
- 계기지진 : 목록 수집, 여진 분석, 진원정보 통일, 완전성 분석
- 지진지체구조구 : 지구물리DB(중력, 자력 등), 지진자료 이용 신규 제시

## ❖ 지진동 특성 평가

- 지진동 감쇠식 : 국내 기존연구 분석 및 지진자료 이용 감쇠식 개발

## ❖ 재해도 분석 절차

- SSHAC 절차 국내 도입으로 평가기법 개선
- 국내 전문가의 이해도 향상
- 기존에 비해 정량적 평가 / 신뢰도 높은 결과 도출



# 향후 계획





# 향후 계획 : 지진 및 단층운동 감시

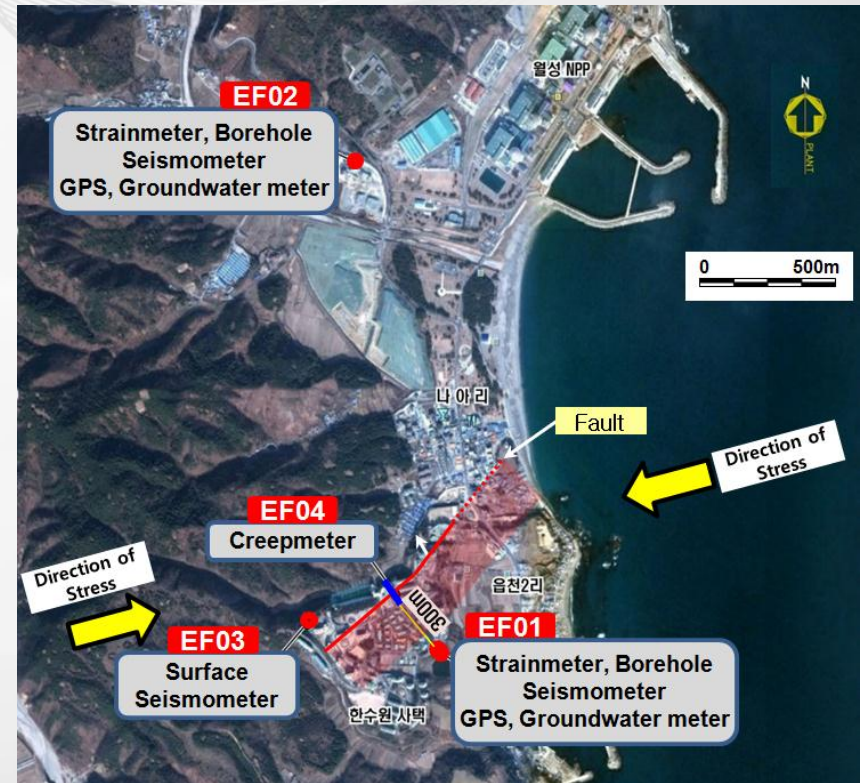


## ❖ 지진관측망 운영

- 원자력발전소 (13개소) : 월성(4), 고리(5), 울진(2), 영광(2)
- 수력댐 (8개소) 및 양수발전소(7개소)
- ☞ 국가 통합지진관측망(KISS) 연계 (KHNP-KMA-KINS-KIGAM 등 / 지진재해대책법)
- 신규원전부지 : 4개소 설치예정(천지, 대진)

## ❖ 단층운동 감시

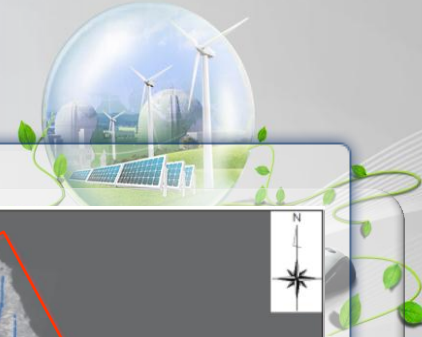
- GPS, 지진계, 변형율계, 지표변위계, 지하수위계
- 지진-단층운동 연구



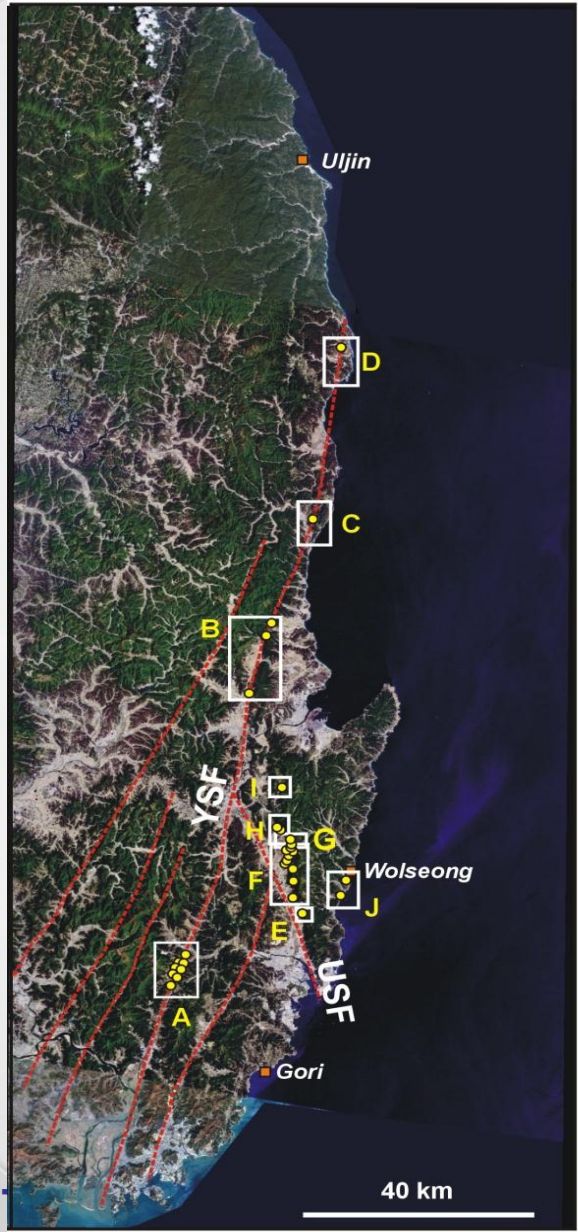
## 단층감시망 운영



# 향후 계획 : 단층 지진원 조사 및 평가



128° 44' 129° 58' 36° 24' 35° 00'



## Quaternary Faults

### Area A

Wolpyeong I  
Wolpyeong II  
Joil  
Yeonbong  
Gacheon I  
Gacheon II  
Sangcheon I  
Sangcheon II  
Shinhwa

### Area B

Byeokgye  
Bangok  
Yugye

### Area C

Deokgok

### Area D

Pyeonghae

### Area E

Chail

### Area F

Ehwa  
Wonwonsa  
Ipsil  
Gaegok I  
Gaegok II  
Gaegok III  
Gaegok IV  
Malbang

### Area G

Hwalseongri  
Gwaereung  
Shingye

### Area H

Madong I  
Madong II

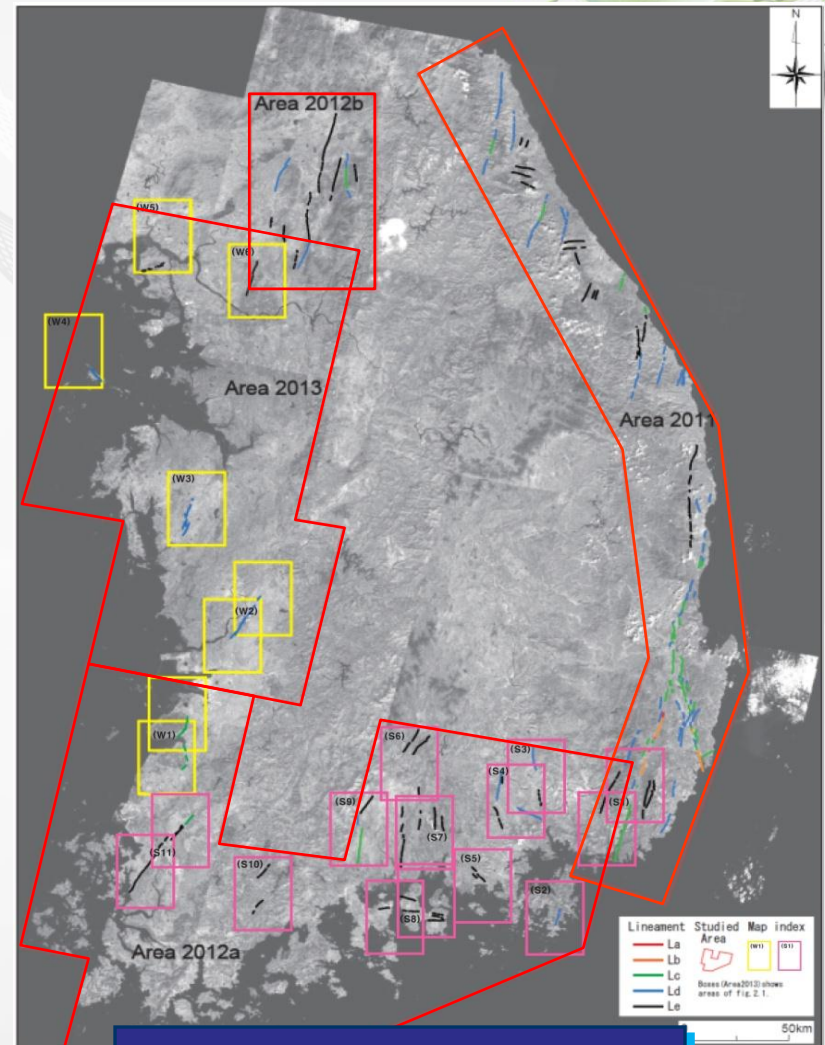
### Area I

Wangsan

### Area J

Surum I  
Surum II  
Eupcheon

YSF: Yangsan Fault  
USF: Ulsan Fault

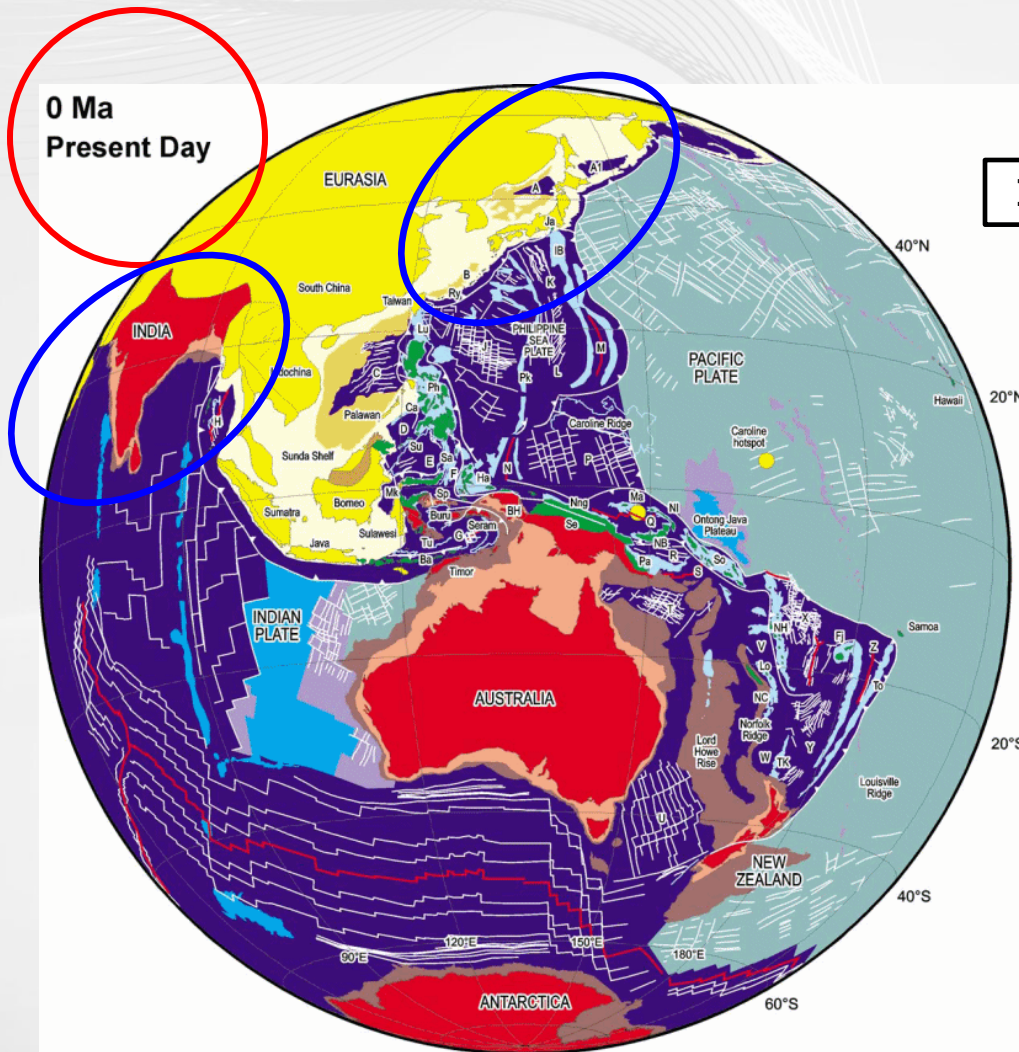


활동성 선형구조 조사  
(인공위성, 항공사진 분석)

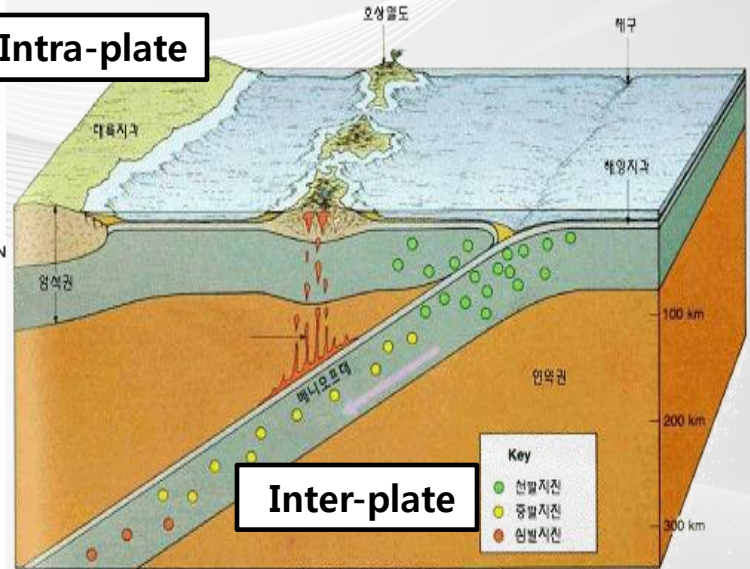




# 향후 계획 : 판 내부 지진 특성

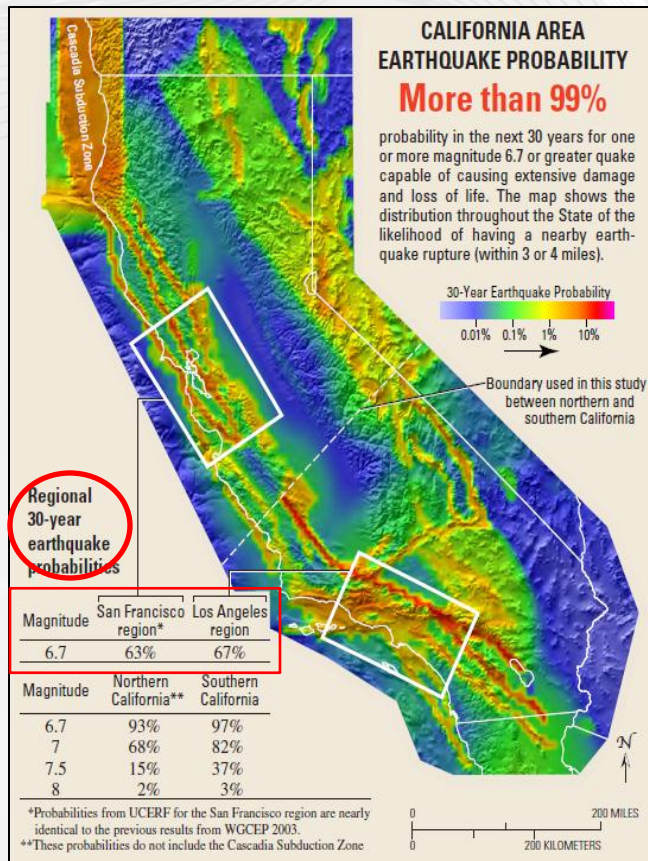


**Intra-plate**



**판구조 운동-지진발생**

# 향후 계획 : 지진원별 지진발생 확률



- 국내 문제점 : 단층길이에 따른 최대지진 규모 평가 (결정론적 방법)
- 국외 : 단층대별 지진규모와 발생확률 (향후 30년 이내)  
(일본 : 전국 단층대별 확률, 미국 : California 지역 발생확률)
- ❖ 확률론적 최대지진 평가 국내 적용성 기술개발



# 향후 계획 : 대처 방안



## 최근 이슈

- ❖ 지진재해 대책법 : 활성단층 지도 작성 / 지진위험도 평가
- ❖ 원전 Stress Test : 제4기 단층/활동성 단층 조사 및 평가 (전문가 검증단)

## 활동성 단층

- ❖ 활동성 단층 정밀 조사 / 단층 변수 평가 (확실도)
- ❖ 단층 분절화 및 파열모델 적용(Fault segment / Rupture model)
- ❖ 단층 지진원 활동도 평가 (Probabilistic fault activity)
- ❖ 확률론적 최대지진 규모 평가 (단층파열 모델 적용)

## 지진재해도

- ❖ 지진원 및 지진활동도 : Mmax zone, Variable a, b(미국 CEUS SSC, 2013)
- ❖ 부지특성 : Randomization 기법 도입 (R.G.1.208)
- ❖ PSHA 활용 : 등재해도스펙트럼 분석을 통한 부지고유 설계스펙트럼 제시
- ❖ PSHA 절차 : SSHAC Level 상향 수행



# 감사합니다.

