

最近の調査結果等を踏まえた
伊方発電所の耐震安全性について

平成 1 5 年 3 月
四国電力株式会社

最近の調査結果等を踏まえた伊方発電所の耐震安全性について

伊方発電所の前面海域を含む中央構造線断層帯については、独立行政法人産業技術総合研究所が伊予灘海域調査に基づく結果を平成14年5月に学会で公表すると共に、平成15年2月に論文として公表しています。また、文部科学省地震調査研究推進本部地震調査委員会が、地震防災対策の強化に資するため、既存の公表論文等を基に中央構造線断層帯の評価を平成15年2月12日に公表しています。

当社は、敷地前面海域に存在する中央構造線断層帯に係わる活断層等の知見が公表されれば、その都度検討し、今日まで、伊方発電所の耐震安全性を確認しております。伊方発電所の耐震安全性に関しては、これら最近の調査結果等を踏まえても問題ありませんので、その内容を以下にご報告いたします。

1. 伊方発電所の耐震安全性における活断層の取扱いについて

伊方発電所の前面海域の断層群については、伊方3号増設時に調査を行い、当該活断層を基準地震動 S_2 ^(注1)対象の活断層として地震動を評価し、3号機の耐震設計に反映するとともに、伊方1、2号の耐震安全性についても問題ないことを確認し、平成7年に公表している。⁽¹⁾

平成9年には新たな知見を考慮し、敷地前面海域の断層群を基準地震動 S_1 ^(注2)対象の活断層とみなして既存設備の耐震性を確認し、公表している。⁽²⁾

敷地前面海域の断層群による地震動の評価にあたっては、断層面及び破壊方向を模擬できる断層モデル(波形合成法^(注3)及び小林・翠川の手法^(注4))を用いて、断層長さを25km、27km、46km、55km、77kmと変えてケース検討している(図-1、図-2)。その結果によると、伊方発電所での地震動は、断層の破壊の方向や断層からの距離が大きく関与し、敷地近傍の断層による地震動が支配的で、断層長さを変えても地震動の大きさはほとんど変わらないことが分かっており、これらの内容も公表している⁽³⁾⁽⁴⁾(平成13年)。

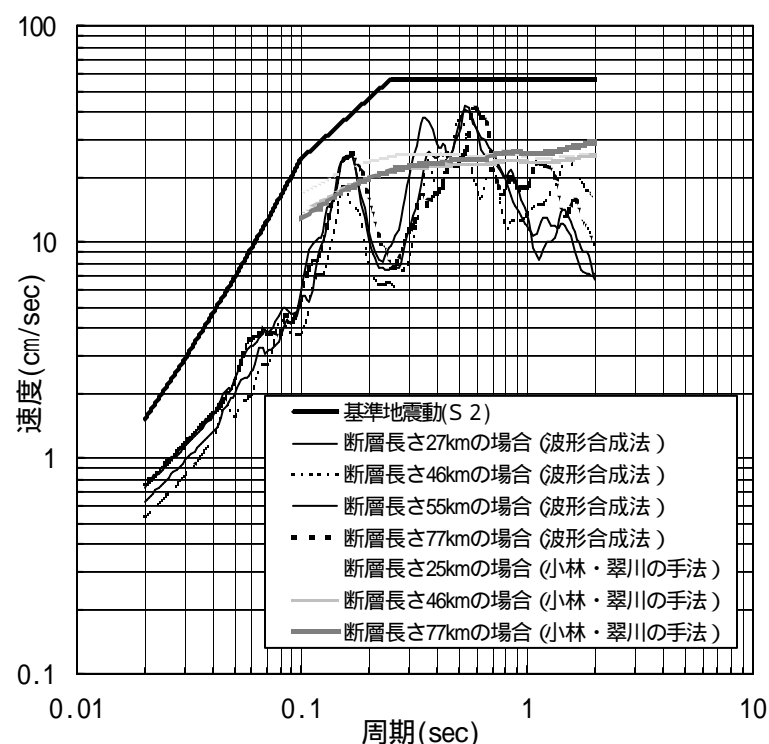


図-1 各種断層長さに対する地震動評価結果

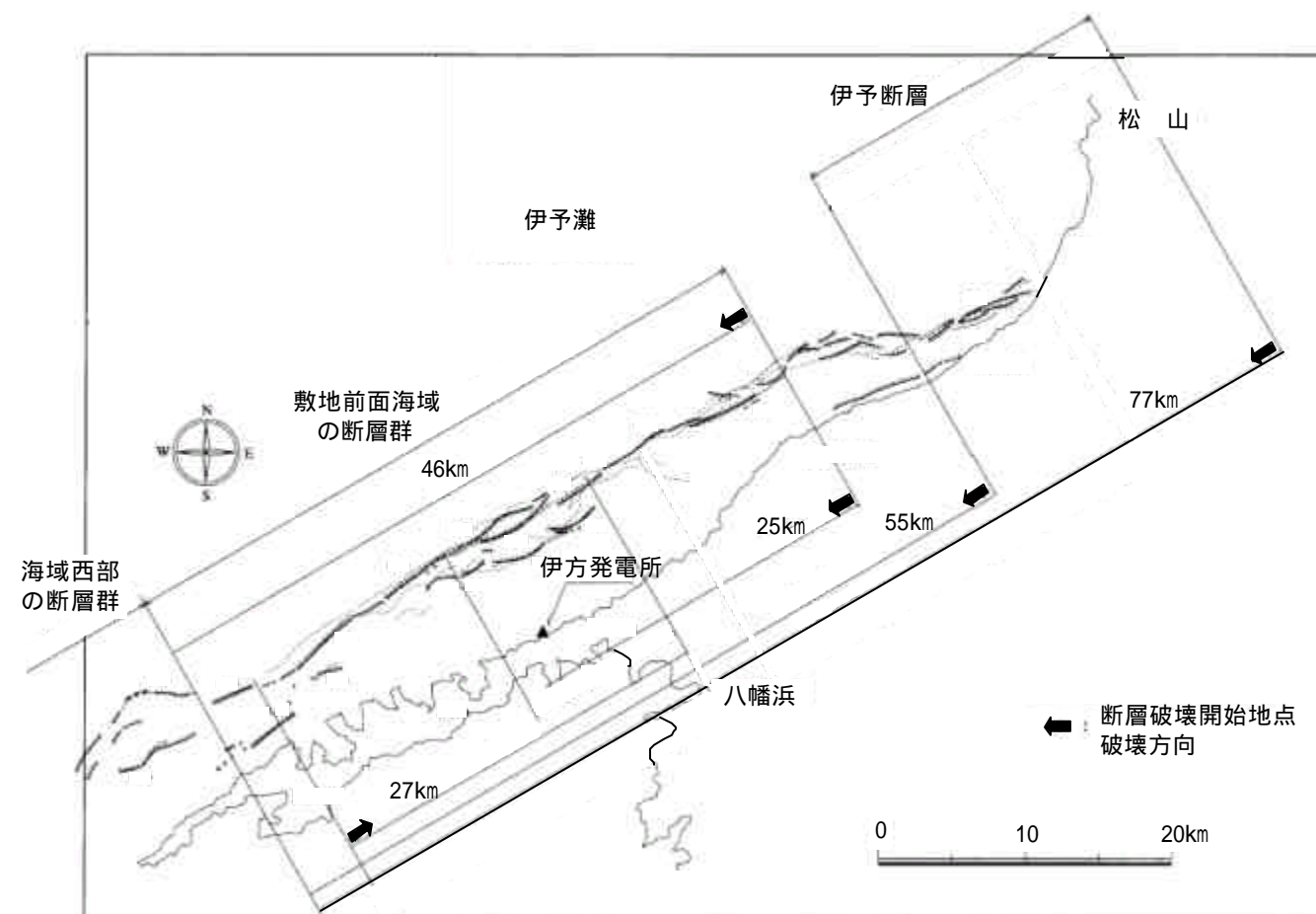


図-2 検討ケース(各種断層長さ)

注1: 「原子炉を止める、炉心を冷やす、放射性物質を閉じ込める」といった安全上特に重要な施設の機能確認に用いる地震動

注2: 基準地震動 S_2 よりは小さい地震動で、安全上重要な施設の機能確認に用いる地震動

注3: 断層面を要素分割し、各要素の破壊時の震動波形を敷地への到達時間差を考慮して重ね合わせる手法⁽⁵⁾

注4: 断層面を要素分割し、各要素の破壊時の周波数特性曲線を敷地への到達時間差を考慮して重ね合わせる手法⁽⁶⁾

2. 産業技術総合研究所による伊予灘海域調査について

産業技術総合研究所は、平成12年度に伊予灘東部、平成13年度に伊予灘西部を対象として、海底地形調査、音波探査等により伊予灘海域の調査を実施し、平成14年5月に学会で公表すると共に、平成15年2月に論文として公表した⁽⁷⁾。

(図-3)

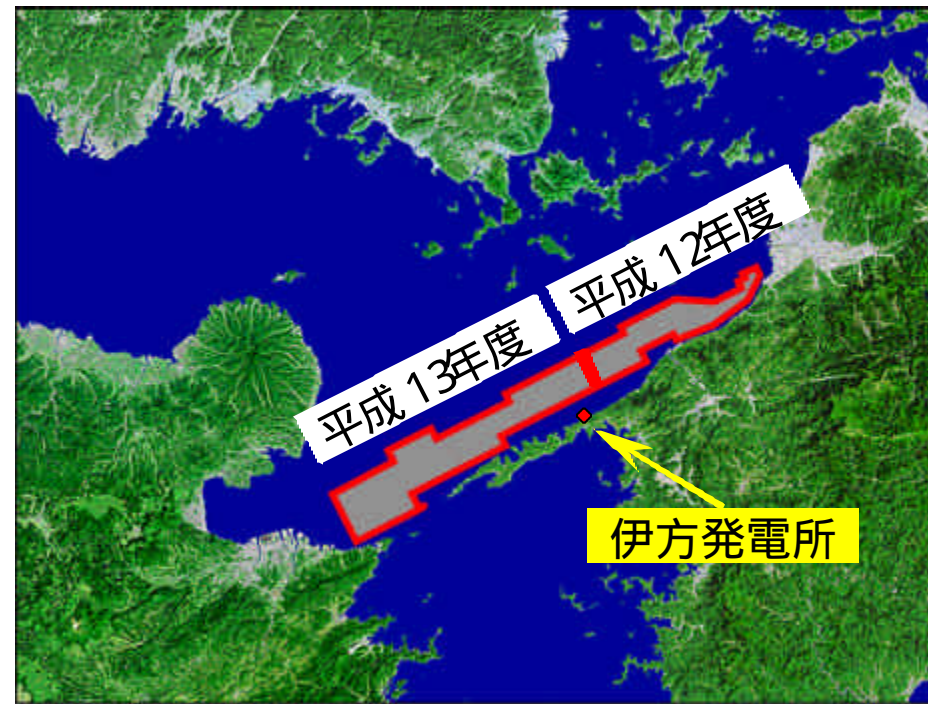


図-3 調査範囲

(1) 内容

伊予灘から豊予海峡にかけての海底地形が明らかになるとともに、当該海域における中央構造線断層帯の分布状況が示された。(図-4)

当該断層帯は分布状況等から伊予灘中央構造線断層帯と別府湾活断層系の2つに大きく分けられ、更に、伊予灘中央構造線断層帯は串沖及び三崎沖の2箇所の引張性の領域を境として、伊予、伊予灘及び豊予海峡の3つの区間に明確に分けられている。

なお、平成13年に国土地理院から長浜沖の限られた領域についての調査結果が公表されたが⁽⁸⁾、その内容は産業技術総合研究所の調査結果に反映されている。

(2) 伊方発電所の耐震安全性

産業技術総合研究所の調査で示された「伊予灘区間(長さ42kmの伊予灘セグメント)」は、伊方発電所における「敷地前面海域の断層群(長さ46km)」に相当し、従来の断層評価の範囲内である。なお、国土地理院の示した断層については、産業技術総合研究所も同様に把握しており、その存在も含め前記区間に反映されている。

従って、伊方発電所での地震動評価の基となる断層評価は基本的に変わらないため、伊方発電所の耐震安全性は問題ない。

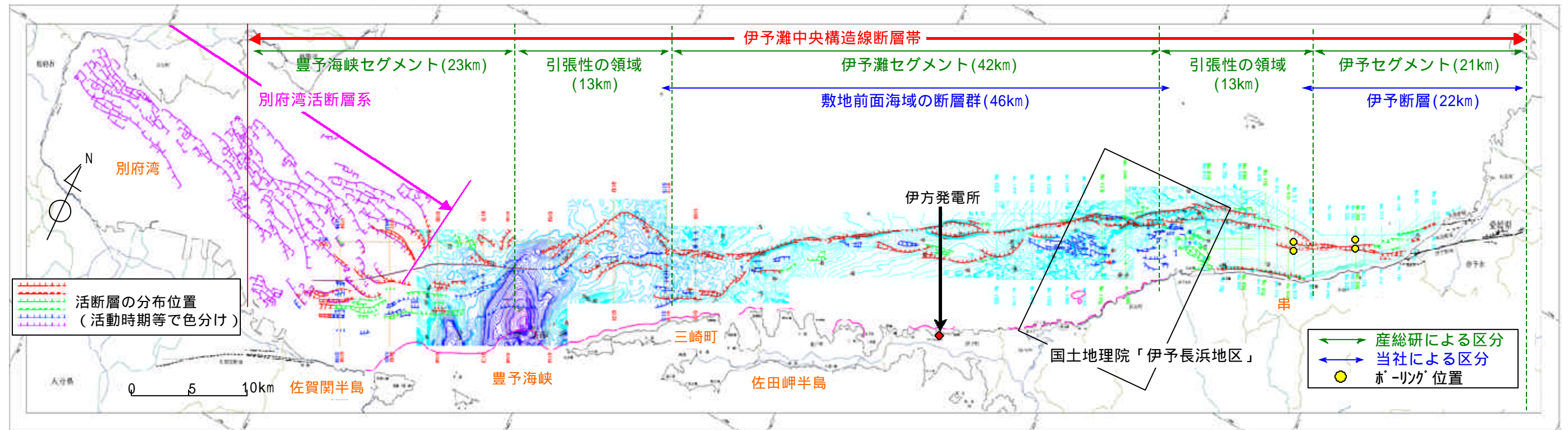


図-4 伊予灘海域における活断層分布図

3. 地震調査研究推進本部による中央構造線断層帯の評価について

地震調査研究推進本部地震調査委員会は、既存の公表論文等をもとに、紀伊半島から四国西部に至る中央構造線断層帯の評価を行っている⁽⁹⁾。

(1) 内容

中央構造線断層帯を5つの区間に分け(図-5)、これらの区間が個別に活動する可能性、複数の区間が同時に活動する可能性等が否定できないとしている。

(2) 伊方発電所の耐震安全性

伊方発電所においては、前述のとおり前面海域の断層群について様々なケース検討を実施し、断層長さが変わっても、伊方発電所での地震動はほとんど変わるものではないことが分かっている。

すなわち、伊方発電所における基準地震動は敷地に近い断層で決まり、敷地から遠く離れた断層からの地震動は減衰するなどの特性により、調査委員会で公表された断層長さで評価しても、伊方発電所の基準地震動を超えないことから、伊方発電所の耐震安全性は問題ない。

なお、念のため、伊方発電所に最も近い断層群(断層長さ130km)と5つの区間を一連のものとし、断層群(断層長さ360km)について、伊方3号の地震動評価で用いた断層モデルで評価し、基準地震動(S_2)を超えないことを確認している。

(図-6)

以上

参考文献

- (1) 指針策定前の原子力発電所の耐震安全性
資源エネルギー庁(1995)原子力安全委員会月報 通巻第204号
- (2) 伊方発電所第1, 2, 3号機の耐震安全性について
資源エネルギー庁原子力発電安全企画審査課 原子力発電安全管理課(1997)
- (3) 最新の知見を考慮した地震動評価
高橋利昌・大野裕記・佐伯武俊・松崎伸一(2001)四国電力, 四国総合研究所 研究期報, No.77, 58-72.
- (4) Semi-empirical estimation of ground motion using observed records at a site in Shikoku, Japan
Yoshimitsu Fukushima, Masafumi Mori, Shin'ichi Matsuzaki, Shuji Kobayashi & Yuki Ohno(2001)
Journal of Seismology, 5, 63-72
- (5) A Semi-empirical method to synthesize earthquake ground motions based on approximate far-field shear-wave displacement
Dan Kazuo, Takahide Watanabe & Teiji Tanaka(1989)
Journal of Structural and Construction Engineering (Transactions of the Architectural Institute of Japan), No.396, 27-36
- (6) 半実験式に基づく震源域近傍での地震動スペクトルの推定
小林啓美 翠川三郎(1981)第18回自然災害科学総合シンポジウム, 79
- (7) 伊予灘～佐賀関沖MTL活断層系の広域イメージングとセグメント区分
七山太・池田倫治・大塚一広・三浦健一郎・金山清一・小林修二・長谷川正 杉山雄一 佃栄吉(2002)
活断層・古地震研究報告, No.2, P141-P152
- (8) 沿岸海域基礎調査報告書(伊予長浜地区)
国土交通省国土地理院(2001)国土交通省国土地理院技術資料D-3-No.72
- (9) 中央構造線断層帯(金剛山地東縁-伊予灘)の評価
地震調査研究推進本部地震調査委員会(2003)

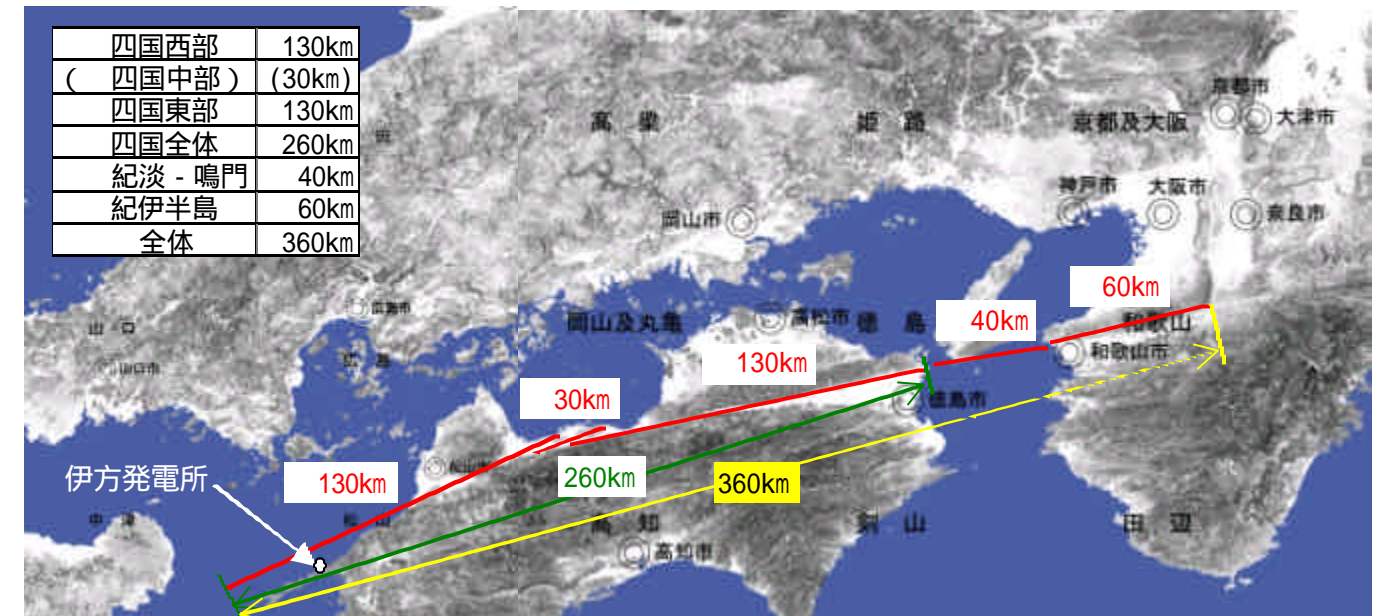


図-5 地震調査研究推進本部による中央構造線断層帯の区分

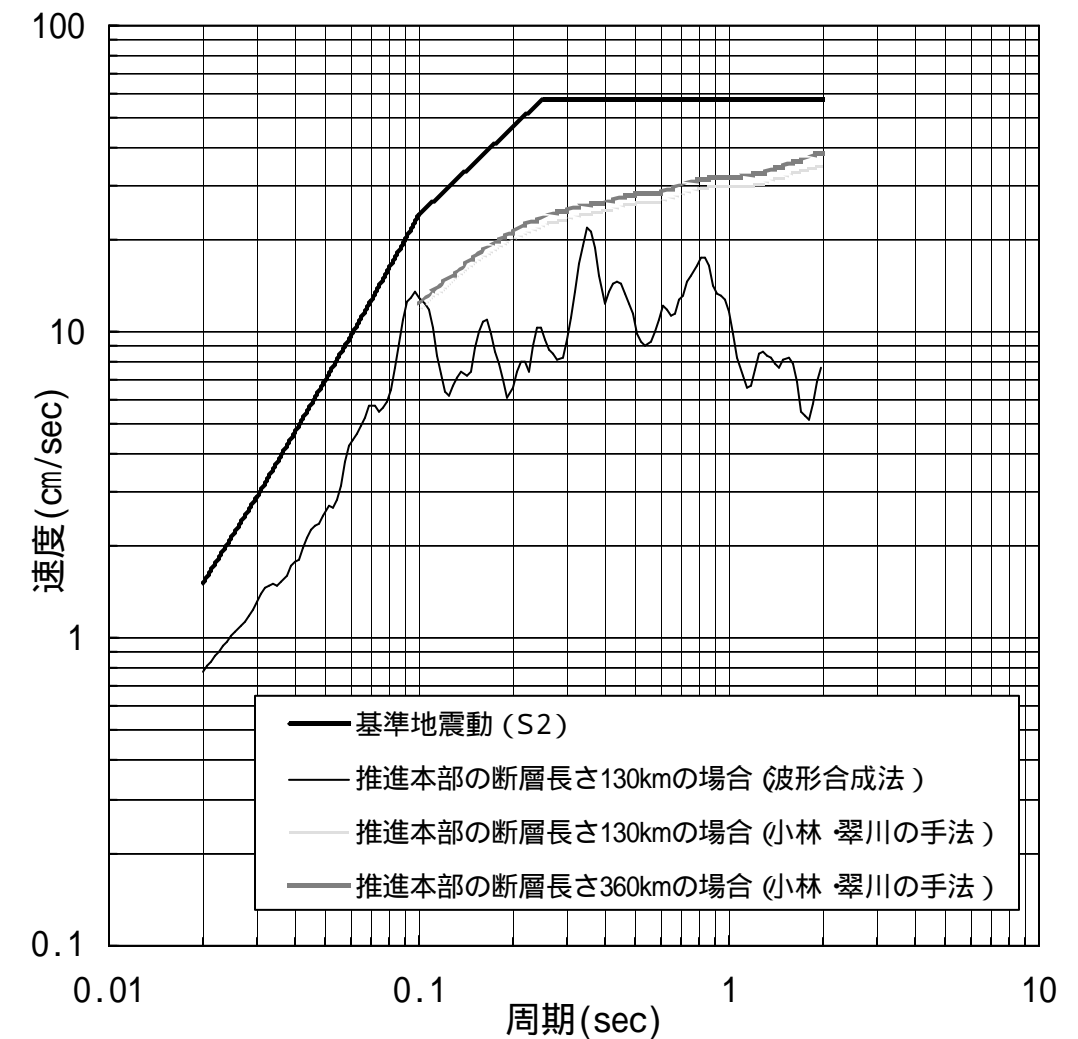
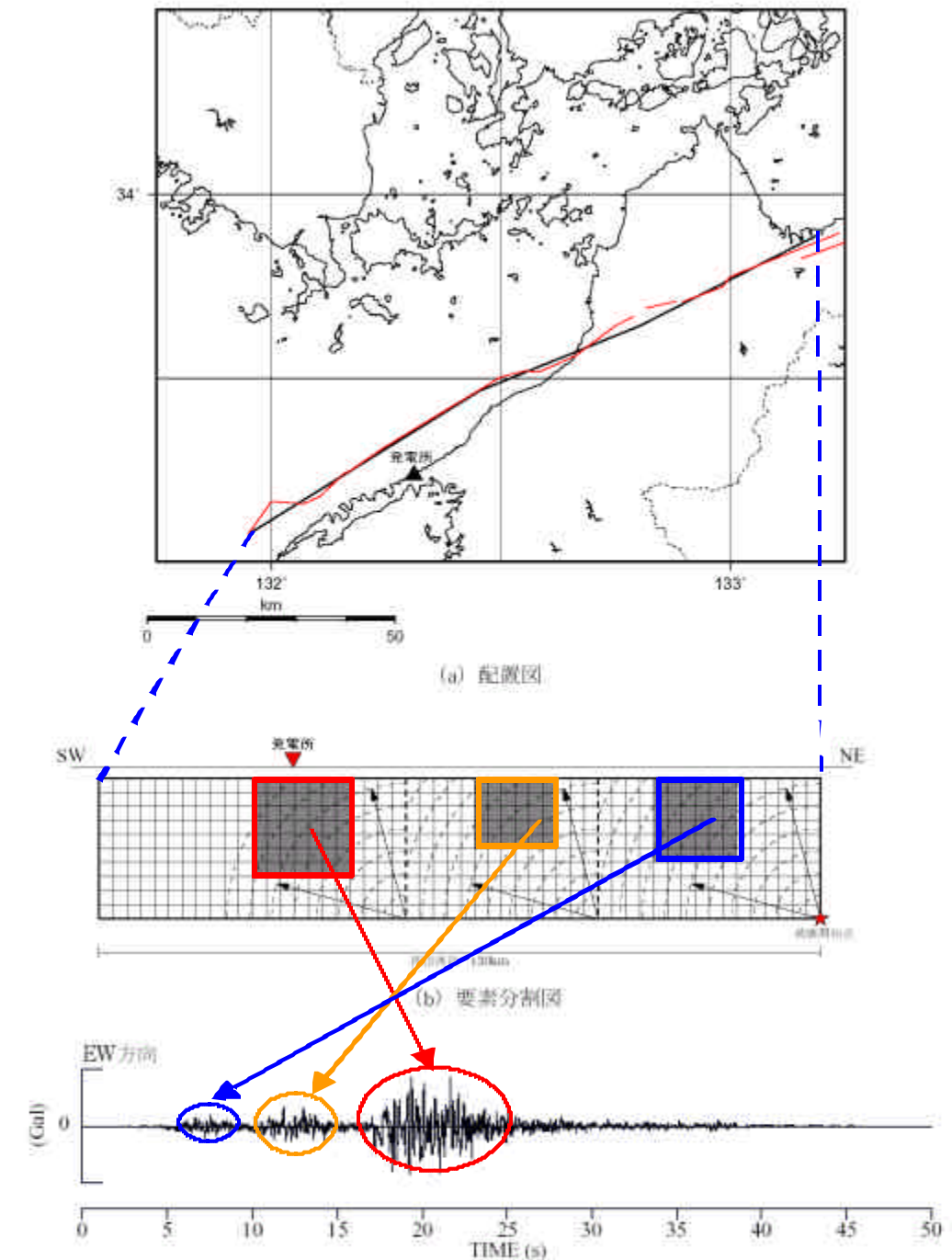


図-6 地震調査研究推進本部評価に対する地震動検討結果

断層モデルの諸元

解析ケース			波形合成法		小林 翠川の手法		
					ケース2(360km) ^(注)		
					ケース1(130km)		
断層諸元	記号	単位	四国西部 130km	四国西部 130km	四国東部 130km	紀淡 鳴門海峡 40km	和泉山脈南縁 60km
			設定値	設定値	設定値	設定値	設定値
断層長さ	L	km	130	130	130	40	60
断層幅	W	km	25	25	25	40	40
断層面積	S	km ²	3,250	3,250	3,250	1,600	2,400
地震モーメント	M ₀	dyne·cm	3.25 × 10 ²⁷	3.25 × 10 ²⁷	8.45 × 10 ²⁷	2.24 × 10 ²⁷	4.32 × 10 ²⁷
平均変位量	D	m	2.5	2.5	6.5	3.5	4.5
断層傾斜角		度	90	90	35N	30N	30N
断層上端面深さ	H	km	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
破壊伝播速度	V _R	km/s	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
立ち上がり時間		sec	-	3.5	5.0	3.2	4.0
基盤のS波速度	V _S	km/s	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
剛性率	μ	dyne/cm ²	4.0 × 10 ¹¹	4.0 × 10 ¹¹	4.0 × 10 ¹¹	4.0 × 10 ¹¹	4.0 × 10 ¹¹
破壊伝播様式	-	-	放射状伝播	放射状伝播	放射状伝播	放射状伝播	放射状伝播
破壊開始位置	-	-	北東端最深部	北東端最深部	北東端最深部	北東端最深部	北東端最深部
静的応力降下量		Mpa	2.55	-	-	-	-
アスペリテ	面積	S _a	km ²	715	-	-	-
	地震モーメント	M _{0a}	dyne·cm	1.43 × 10 ²⁷	-	-	-
	平均すべり量	D _a	m	5.0	-	-	-
	実効応力	a	MPa	11.6	-	-	-
背景領域	面積	S _b	km ²	2,535	-	-	-
	地震モーメント	M _{0b}	dyne·cm	1.82 × 10 ²⁷	-	-	-
	平均すべり量	D _b	m	1.795	-	-	-
	実効応力	b	MPa	2.3	-	-	-

(注) 小林・翠川の手法におけるケース2(360km)は断層の傾斜角が異なるため、複数の断層で分割して評価した。



上図に示した130km断層モデルの地震波形から、それぞれの強い地震動を発生する領域による地震動の到達時刻には時刻ずれがあるとともに、遠い地点からの地震動の振幅は減衰して小さくなるため、敷地における最大加速度は最も近傍の断層面に支配されることが読みとれる。

このように、伊方発電所における中央構造線断層帯を考慮した評価においては、断層長さが更に長くなっても敷地での最大地震動は変わらない。

敷地での最大地震動の特徴

