

不整形地盤における広帯域3成分地震動評価-小田原久野地点-

電力中央研究所 正会員 ○佐藤清隆
 電力中央研究所 芝 良昭
 電力中央研究所（文科省出向中）東 貞成
 東京電力（株） 正会員 末広俊夫

1. 目的および概要

現在課題となっている上下動を考慮した発電所基礎地盤や周辺斜面の耐震安定性検証のために必要となる地震動特性の把握を目的とし、既存の地震観測装置を有効活用して観測記録の解析を実施する。発電所の支持基盤となりうる砂礫層が不整形に複雑に堆積する地盤構造において著者らが提案する広帯域地震動評価を高度化した3成分地震動評価（ハイブリッド法）を適用し、不整形地盤（小田原久野観測点）の地震動評価を検討した。

2. 観測の概要と広帯域3成分地震動評価（ハイブリッド法）

著者らは、1992年より足柄平野久野地点において5地点の鉛直アレー観測および1地点の地表観測を実施してきた。久野地点は、東西方向に伸びた久野川沿いに図1～2に示すような長さ約3km、幅約1kmの複雑な盆状の堆積地盤が広がっている所である。解析の対象地震は、観測記録で最も高い強震動を示した1996年山梨県東部地震(Mj5.5)と1997年伊豆半島東方沖地震(Mj5.9)とした。

ハイブリッド法は、高周波数帯域を経験的グリーン関数法で低周波数帯域を三次元あるいは二次元差分法で解析した波形を各々ハイパス・ローパスフィルターで処理して時間領域で重ねて合成する方法である。ここで経験的グリーン関数法では、山梨県東部地震については一様すべり分布を仮定した震源モデルを、また伊豆半島東方沖地震についてはアスペリティと背景領域から構成される特性化震源モデル¹⁾を設定し波形合成をおこなった。三次元差分法では格子点間隔を15mとし地盤モデル全体の長さ7.68km、幅3.84kmで深さ1.2kmの範囲を4層構造で、二次元では格子点間隔を7.5mとして同じ長さで幅を1.8kmまでにした範囲を図1の弾性波探査の測線に沿った直交する3断面で軟質な沖積層を含めた5層構造でモデル化した。久野地域の基準点KR1（風化岩上）の振幅の1/2を平面入射波として三次元および二次元解析（観測波 or 合成波入力）を行った。接続フィルターは、三次元解析との接続で1.5Hz、二次元解析との接続で2.5Hzを用いており、前者は工学的基盤($V_s400\sim700\text{m/s}$)まで後者は沖積層($V_s120\text{m/s}$)を含む卓越周波数、各々約1Hz、2Hzを含む周波数帯を差分法の結果で評価している。検討した地震の本震の位置と震源メカニズムおよび経験的グリーン関数法で小地震として使用した山梨県東部地震の前震(Mj4.6)と伊豆半島東方沖地震の余震(Mj4.9)を図3に示している。

3. ハイブリッド法による地震動評価の結果

図4に伊豆半島沖地震の観測波形とハイブリッド法による合成波形、フィルター処理する前の経験的グリーン関数法(EGFM)の合成波、二次元差分法による合成波の結果を一例として示している。経験的グリーン関数法の

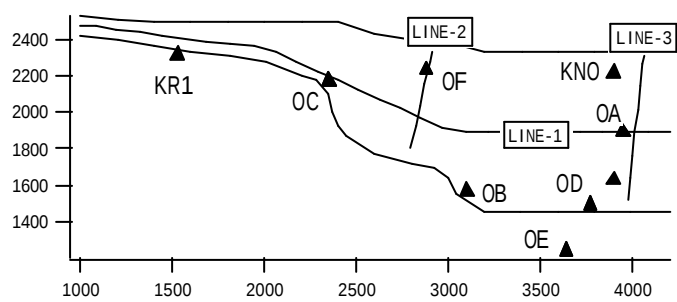


図1 観測点平面図

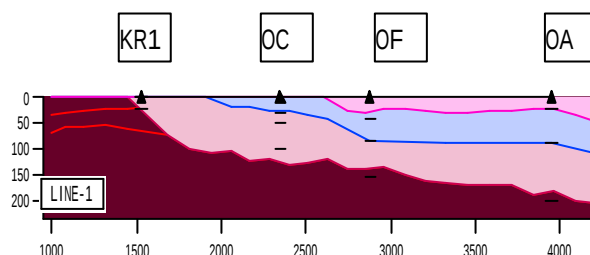


図2 観測点地盤断面図(LINE-1:東西方向)

キーワード：上下動、不整形地盤、砂礫層、三成分地震動、ハイブリッド法

連絡先（〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 TEL04-7182-1181、FAX04-7184-2941

表 1 地盤構造モデルの物性値

Layer No.	γ (t/m^3)	V_s (m/s)	V_p (m/s)	Q
1	1.5	120	1500	10
2	2.1	750	2100	50
3	1.9	400	2000	27
4	2.4	800	2200	53
5	2.4	1200	2400	200

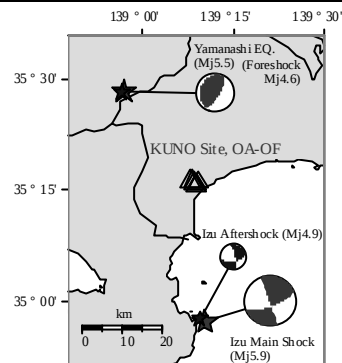


図 3 検討地震の本震および余震・前震

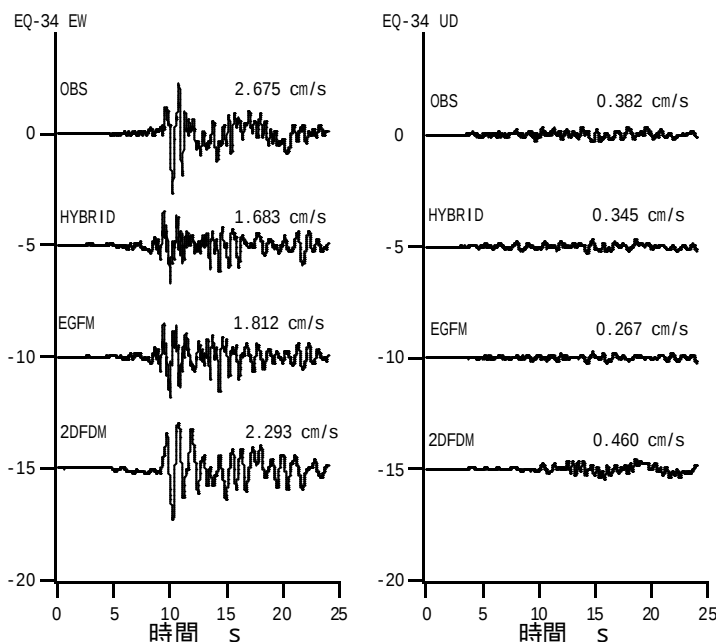


図 4 OA 地点の観測波形と合成波形(水平 EW, 上下 UD: 伊豆半島東方沖)

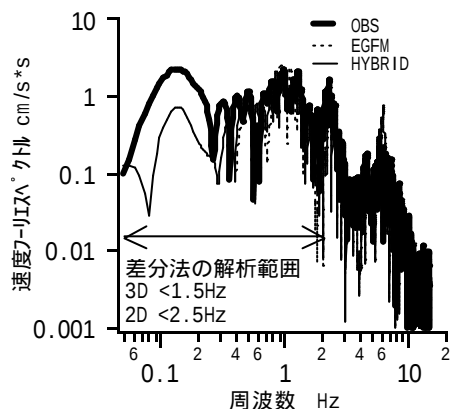


図 5 OA 地点のフーリエスペクトル(EQ-34 EW)

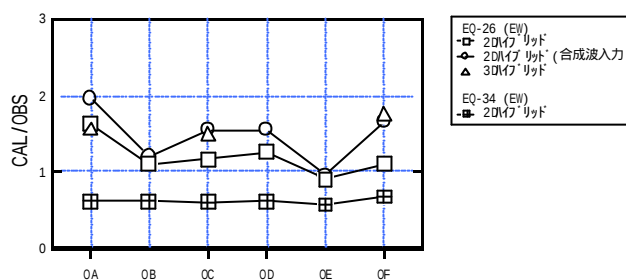


図 6 スペクトル強度 SI 値の合成/観測の比

(EW 成分, EQ-26: 山梨県東部, EQ-34: 伊豆半島東方沖)

合成波は速度波形に認められる特徴的なパルス波をよく再現している。特性化震源モデルの妥当性を証明するとともに M7 以上の大規模地震で、かつ将来発生するシナリオ地震の地震動を評価する有効な手段となりうる。また、図 5 のフーリエスペクトルに示されるように堆積地盤が最も厚い OA 地点では 1Hz 以下の低周波帯域での地盤の応答を差分法による結果で補完することによって広帯域地震動を評価できることを示している。このようにして求められた堆積地盤地表の地震動のスペクトル強度 SI 値を比較した結果、二次元差分法とのハイブリッド法による結果が比較的良好な一致を示し、三次元解析と合成波入力二次元解析に改善の余地があることを示している。

4. まとめ

提案したハイブリッド法は、3 成分ともに観測値に良く適合している。また、低周波数帯域の不整形性の影響を受けやすい堆積地盤の盆状中央部でハイブリッド手法が有効であることを確認した。この地震動評価法により、低周波数帯域の計算に必要な地盤構造を調査データ・強震記録よりモデル化すれば、スペクトル強度 SI 値を把握できる。また、従来実務で使われている二次元解析法による上下動の評価の適用性も確認することができた。

謝辞

本報告は、9 電力会社と日本原子力発電（株）および電源開発株式会社による電力共通研究として実施したものである。ここに謝意を表す次第である。

参考文献

- 1) 入倉孝次郎・三宅弘恵・岩田知孝・釜江克宏・川辺秀憲, 将来の大地震による強震動を予測するためのレシピ, 京都大学防災研究所年報, 46, 2003 (印刷中)。