

半経験的波形合成法を用いた東京湾岸地域のやや長周期地震動の評価

東京ガス生産技術部 正会員 ○渡辺 修*・神谷篤志*

鹿島技術研究所 正会員 永田茂*, 丹羽正徳*, 野澤貴*, 石井晃**

1. はじめに 半経験的波形合成法や正規モード法などに代表される強震動評価法の研究進展に加え、兵庫県南部地震以降では地震断層を考慮した巨大地震の地震動評価の必要性が再認識されたため、各方面で設計用地震動の再評価が行われている。本報告では、東京湾岸地域に着目して半経験的波形合成法によるやや長周期地震動の評価を行い、高压ガス保安法などで規定されているスロッシング検討用地震動（60cm三波共振法）との比較検討から、今後の検討用地震動の再評価に向けた基礎資料を作成した。

2. 半経験的波形合成法を用いたやや長周期地震動の評価

(1) 解析手法 TAKEMURA and IKEURAによる震源の不均質すべりを考慮した半経験的地震動評価法^{1), 4)}を使用し、周期0.1～10秒までのやや長周期地震動のシミュレーションを行った。図-1には、半経験的波形合成法による地震動の評価手順を示した。

(2) 対象地震リージョンと想定地震 東京湾岸地域（千葉県袖ヶ浦、横浜市扇島、根岸）を評価対象とした場合、潜在的危険度の高いリージョンとして、新潟沖から秋田沖にわたる日本海東縁部、房総半島沖、伊豆半島周辺の3リージョンが考えられる²⁾。さらに、現在、各自治体や機関で防災対策の対象にしている南関東地震と東海地震のやや長周期領域の勢力についても、未だ十分な議論がなされているとは言えないので、検討を要するリージョンと考える。

以上の検討結果より、東京湾岸地域のやや長周期地震動特性に影響を与える地震リージョンとして、南関東、東海、房総半島沖、伊豆半島周辺、日本海東縁部の5リージョンを選定し、萩原の地震地帯構造図³⁾から、それぞれ仮想南関東地震(M=7.9)、仮想東海地震(M=8.0)、仮想房総半島沖地震(M=7.9)、仮想伊豆大島近海地震(M=7.0)、日本海中部地震(M=7.7)を想定地震とした(図-2)。

(3) 波形合成で用いる要素地震波形 半経験的波形合成法では、想定地震の波動伝播経路の類似性を中小地震によって表現するため、以下の点に注意して要素地震（地震波形）を選定した。1) 想定地震の断層面の内部またはその周辺で発生し、主に伝播経路が類似する中小地震を選定した。2) 評価対象地点もしくは地盤条件が類似する近接地点の地震波形を用いた。3) 想定地震と中小地震の断層パラメータ間で、平均的に相似則が成立するのは、

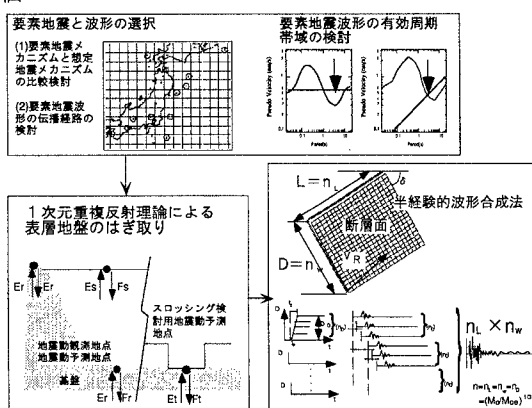


図-1 半経験的波形合成法の解析手順

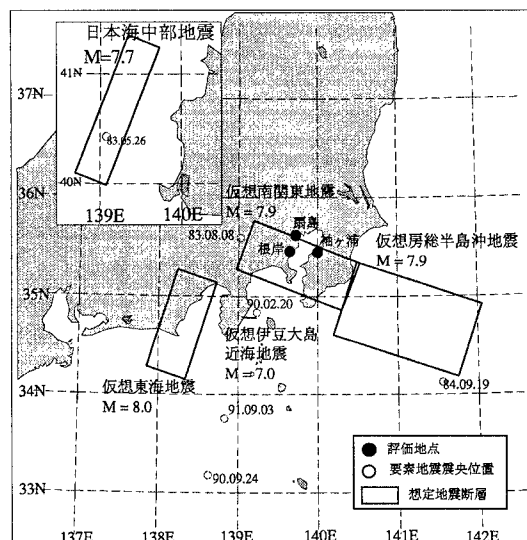


図-2 想定地震断層と評価地点

キーワード：やや長周期地震動、半経験的波形合成法、東京湾岸地域、スロッシング

*〒105 港区海岸1-5-20 TEL03-3433-2111 FAX03-3578-8365

**〒182 調布市飛田給1-19-21 TEL0424-89-7077 FAX0424-89-7087

地震モーメントが 10^{22} dyne・cm以上の範囲と考えられているため、M4以上の地震を要素地震とした⁴⁾。4)スロッシングに影響を及ぼすようなやや長周期領域の地震動は、表面波が支配的であると考えられるため、表面波が励起されやすい震源深さ数km～10数kmの地震を選定した。5)周期10秒までが有効周期と考えられる地震波形を選定した。表-1には想定地震と使用した要素地震の関係を評価地点毎に整理した。日本海中部地震に関しては、周期10秒まで信頼できる加速度波形が扇島で観測されていたため解析は省略した。

表-1 想定地震と波形合成に用いた要素地震の関係

想定地震	解析番号	対象	要素地震			
			断層	日付	地震名	観測点
南関東地震	1	袖ヶ浦	東南海	1984/9/19	房総半島沖地震	扇島
	2	扇島	西南海	1983/8/8	神奈川東部地震	扇島
	3	根岸	東南海	1984/9/19	房総半島沖地震	扇島
東海地震	4	袖ヶ浦	西南海	1983/8/8	神奈川東部地震	扇島
	5	扇島	東南海	1984/9/19	房総半島沖地震	扇島
	6	根岸	西南海	1983/8/8	神奈川東部地震	扇島
房総半島沖地震	7	袖ヶ浦	東南海	1984/9/19	房総半島沖地震	扇島
	8	扇島	西南海	1983/8/8	神奈川東部地震	扇島
	9	根岸	東南海	1984/9/19	房総半島沖地震	扇島
伊豆大島近海地震	10	袖ヶ浦	東南海	1984/9/19	房総半島沖地震	扇島
	11	扇島	西南海	1983/8/8	神奈川東部地震	扇島
	12	根岸	東南海	1984/9/19	房総半島沖地震	扇島

3. 評価結果 震源スペクトルのスケージング則が ω^{-2} 則に従うように断層破壊過程の不均質度合の乱数を与えて、対象となる3地点の各水平成分ごとに10サンプルの加速度波形を作成し、その擬似速度応答スペクトル(0.5%減衰)の最大包絡曲線を求めた。図-3は仮想南関東、東海地震に関して3地点の最大包絡曲線を比較したものである。東京湾中央と奥部では表面波の卓越周期に差が見られることが報告されているが⁵⁾、⁶⁾、根岸・扇島(湾中央)に関しては約6～6.5秒、袖ヶ浦に関しては約4.6,9秒にピークが見られ、既往の研究結果とほぼ同一の傾向が見られる。また、評価地点ごとの擬似速度応答スペクトルには卓越周期に差が見られるが、特に周期5～10秒の帯域の最大応答値は3地点でほぼ同一値となっている。図-4は、想定地震ごとに擬似速度応答スペクトル(0.5%減衰)の最大包絡曲線を整理したものであり、日本海中部地震は扇島の観測波形より求めたものである。東京湾岸地域の6～20万kl地下タンクの1次スロッシング周期が集中する8～10秒の周期帯域で速度応答の最大包絡曲線が最大となる想定地震は南関東地震と房総半島沖地震であり、固有周期約6.5秒、7.5秒における最大包絡曲線は180kine(平均値+1 σ は約150kine)となった。この図にはスロッシング検討用の60cm三波共振法によるスペクトルのほか、これまでに提案されている主要な速度応答スペクトルを示しているが、周期8～10秒で60cm三波共振法によるスペクトルが今回の解析結果より2.5倍ほど大きなスペクトル強度を持っていることがわかる。今後さらに検討を進めることにより、スロッシング検討における60cm三波共振法の位置付けと問題点を整理していく必要がある。

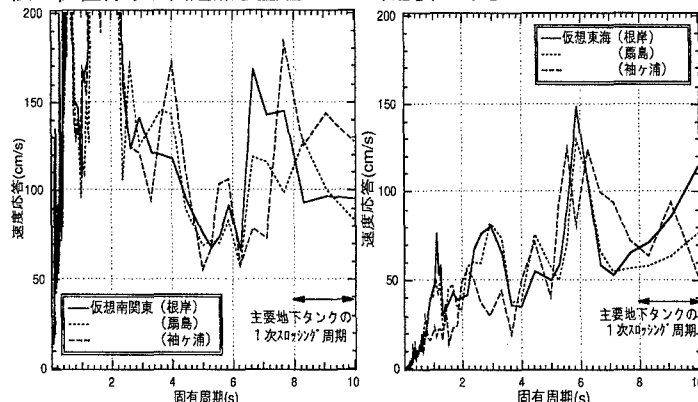


図-3 袖ヶ浦, 扇島, 根岸の擬似速度応答スペクトルの比較
(仮想南関東地震, 仮想東海地震)

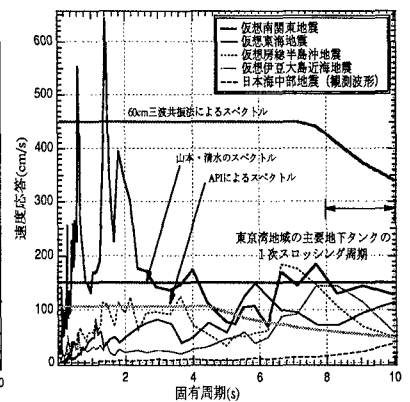


図-4 全想定地震の擬似速度応答スペクトルの比較

参考文献 1) TAKEMURA, M. and T. IKEURA: The influence of fault plane irregularities on strong ground motions, Proc. 9th World Conf. Earthq. Eng., II, 727-732, 1988. 2) 座間: 気象庁一倍強震計に見られるやや長周期地震動の地域特性(その1)及び(その2), 消防研究報告, 第72号, 1991及び第76号, 1993. 3) 萩原編: 日本列島の地震—地震工学と地震地帯構造, 鹿島出版会, 1991. 4) 池浦: 震源の不均質すべりを考慮した半経験的地震動評価法とその応用に関する研究, 東北大学学位論文, 1991. 5) 座間: 東京湾岸におけるやや長周期帯域の地盤卓越周期, 消防研究報告, 第70号, 1990. 6) 丹羽・福岡・武村・山中・池浦: 東京湾岸地域の地震動特性に関する研究(その5), (その6), 1992, 1993年度日本建築学会大会学術講演会梗概集 構造I.