

清水建設(株)技術研究所 (正)片岡 俊一 (正)横田 治彦
大崎研究室 田中 貞二

1. はじめに

東京周辺地域に建設される大規模・長周期構造物の耐震設計を考える上で、1923年関東地震の地動を評価の基準とすることが多い。われわれは別報¹⁾のように関東地震の本震および余震記録を数値化し、やや長周期帯域における地震動特性の検討を行なっている。本検討では、本震直後の余震記録を経験的グリーン関数とした波形合成法によって、本震地動の大きさを推定した。用いた余震記録は9月1日14時23分、神奈川県西部の余震(M6.7)を東京本郷の今村式2倍強震計で記録したもので、今村は本震記録と波形の周期や振幅の時間的推移がよく似ていると述べている。記録は別報の手順によって数値化、欠落部分の補修、計器特性の補正を行い、周期2秒～15秒程度のやや長周期成分はかなり信頼性が高いと思われる変位波形である。補正後の変位波形を微分して求めた速度波形と、減衰定数1%の速度応答スペクトルを図-1に示す。

2. 合成方法の概要

関東地震の断層モデルは幾つか提案されていること、大地震の断層破壊過程は単純でないこと、など種々の不確定性を考慮し、以下のように条件を変えた複数の合成計算を行って本震地動を幅をもって推定した。

1) 断層モデルの不確定性については代表的と考えられる金森(1974)、安藤(1974)、および松浦ら(1980)の3種のモデルを用いる。それらのモデルの断層パラメータを表-1に示す。

2) 断層破壊の不規則性として、①破壊進行の不規則性、②断層面上の滑りの不均一性、③場所による震源スペクトルの相違、などを考慮すべきであるが、ここでは一様破壊の場合と破壊速度にゆらぎを与えた場合の合成を行なう。

合成方法は、本震断層の立ち上がり時間に関係した境界周期を境に長周期成分は大、小

地震のモーメントに関する相似則を満足させ、短周期成分は断層面積の相違のみを考慮して合成する。計算にあたって、断層長さの分割数 n はマグニチュードと地震モーメントの関係式(Sato, 1979)から推定した $n=5$ を用いた。また、放射状破壊を仮定し、距離補正は変位波形の主要部分をラブ波として距離の -0.5 乗とした。なお、安藤モデルの動的パラメータは金森モデルに準じた。各断層モデルの地表投影面および本震、余震の震央位置を図-2に示す。

3. 合成波形とスペクトル特性

3種のモデルについて破壊速度を一定とした場合の変位と速度の合成波形を、振幅の大きいNS成分について図-3に示す。最大変位振幅はモデルによって8cm(金森モデル)～11cm(松浦モデル)程度となるが、最大速度振幅は平均17cm/sec程度でモデル間の差は小さい。また、大振幅部分の継続時間は約2分で全体の包絡形も大きく違わない。合成波の周期特性は図-4の速度応答スペクトル(減衰1%)で見られるようにどのモデルでも4秒付近と7～8秒が卓越し、4秒付近のピークは松浦モデルが、7～8秒のピークは安藤モデルが大きくなる。応答振幅のレベルは平均的にNS成分がEW成分に比較して1.5～2倍大きく、ほぼ変位波形の振幅レベル差に対応している。

表-1に示した破壊速度を平均値として、標準偏差0.2km/secの正規乱数でゆらぎを与えた場合の応答スペクトルを図-5に示す。初期値の異なる3ケースを3モデルについて計算し合計9ケースが示されている。上記のピーク周期付近で応答値のばらつきは平均値に対して $\pm 30\% \sim 50\%$ 程度である。また、応答振幅は周

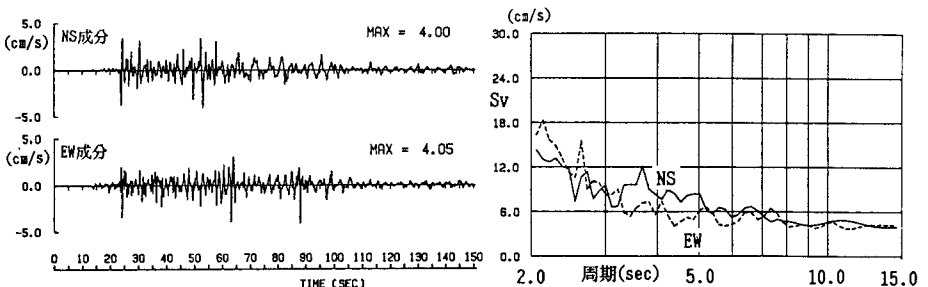


図-1 要素地震の速度波形と速度応答スペクトル($h=1\%$)

期7～8秒で平均30～40cm/sec、4～5秒で50～60cm/sec
となっている。

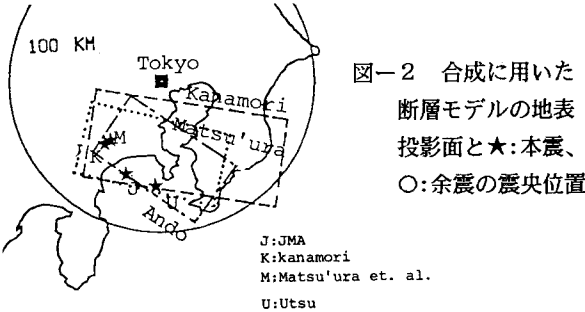
複数の余震を用い、場所による震源スペクトルの相
違を模擬した場合や断層面上の滑りの不均一性を考慮
した場合についても現在検討中である。

参考文献:1)横田・片岡・田中;「1923年関東地震のやや
長周期地震動の推定-余震記録の数値化とその特性-」
土木学会大会, 昭和63年10月。

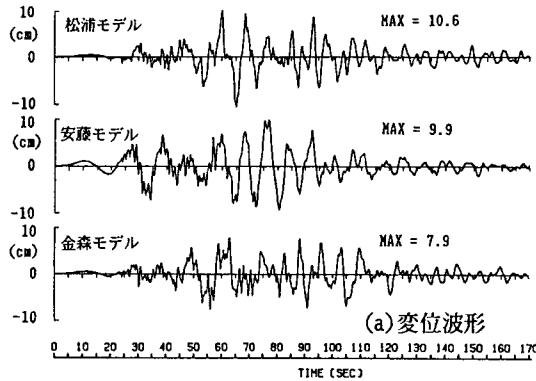
表一 合成計算に用いた断層パラメータ

断層モデル	金森	安藤	松浦
長さ (km)	130	85	95
幅 (km)	70	55	54
走行 (°)	N70W	N45W	N66W
傾斜 (°)	34	30	25
破壊伝播速度(km/s)	3	3*	2
立上り時間(sec)	5	5*	5
断層面上端深さ(km)	2*	0*	0

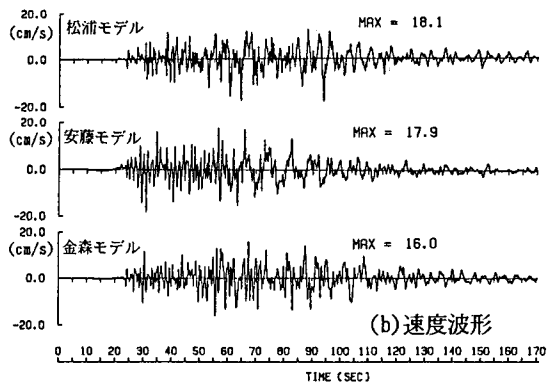
*は合成計算の仮定



図一2 合成に用いた
断層モデルの地表
投影面と★:本震、
○:余震の震央位置

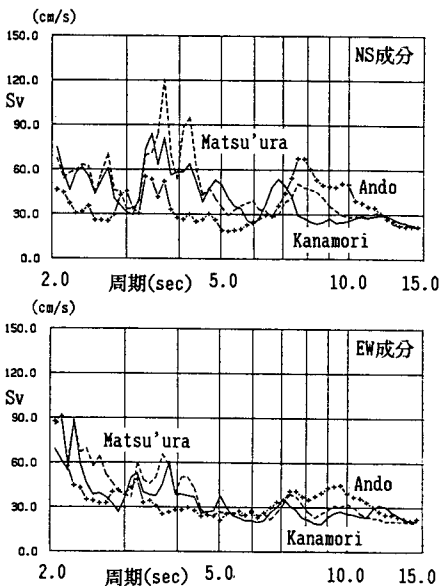


(a)変位波形

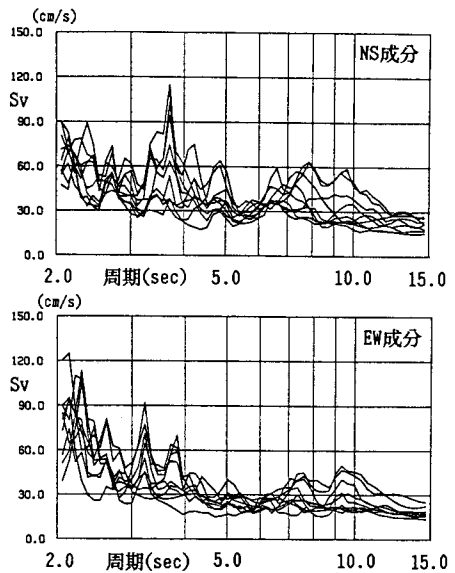


(b)速度波形

図一3 NS成分の合成波形例 [(a)変位波形 (b)速度波形]



図一4 合成波形の速度応答スペクトル(h=1%)



図一5 破壊速度にゆらぎを与えた場合の
合成波形の速度応答スペクトル(h=1%)