

I-418

南関東地震によるやや長周期地震動の数値予測

清水建設(株)大崎研究室 (正) ○ 赤尾 嘉彦
 東京大学地震研究所 (正) 伯野 元彦

1. はじめに

大正12年(1923年)9月1日に発生した関東地震は「関東大震災」と呼ばれ、歴史上我が国最大の被害を与えた地震である。この地震の再現周期は200年ぐらいと言われており、たとえば関東地震(M7.9)の220年前にも巨大な元禄の関東地震(元禄地震, M8.2)が発生している。この地域では既に前回の地震より65年を経過しており、21世紀の後半には南関東地震の再来の可能性が大きくなると言われている。

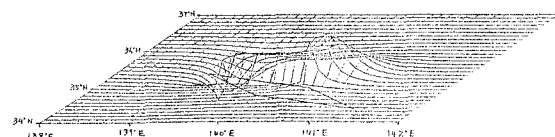
本研究の目的は、大正関東地震のときに東京で受けたであろう地震動、あるいは将来発生するであろう南関東地震の各地の地震動を解析的に予測すること。特に周期2~3秒以上20~30秒以下の長周期強震動を断層モデルの手法と地震学の知識を用いて予測し、東京およびその周辺に建てられる長周期構造物の耐震性検討のための入力地震動を与えることである。同様の研究は工藤(1978)が既におこなっているが、震源のモデル化に多少の不合理が残されており、この点を中心に改良を試みた。

2. 断層パラメーターと等価水平成層構造の推定

大正・関東地震は、北西方向に移動する太平洋プレートが東日本のプレート(北米プレートとの説あり)の下に低角度で潜り込もうとするサブダクション・ゾーンで発生したプレート境界地震と考えられている。この地震の断層パラメータについては、金森(1971)、安藤(1973)、杉浦(1980)、多田(1977)、石橋(1980)により様々なモデルが提案されている。[図-1] これらのモデルは食い違い量だけでも最大3倍もの開があり、最適なモデルを選択する必要がある。そこで、地震動記録から決められた金森モデルと、測地学データから決められた安藤モデルの2つのモデルに対して永久変位の計算をおこなった。[図-2] これと測量結果や津波記録などの比較をおこなうと、安藤モデルの方がやや合理的と思われる。

地震動の計算は、正規モード理論を用いた。この理論では水平成層構造を前提としているが、南関東地域は三次元的にかなり複雑な構造をしているので、これを等価な成層構造に置き換える必要がある。一般におこなわれているように、仮定構造から計算される群速度分散曲線と観測される表面波の分散性が一致するような成層構造を捜した。

地震学モデル(金森モデル) 最大隆起量約0.4 m



測地学モデル(安藤モデル) 最大隆起量約2 m

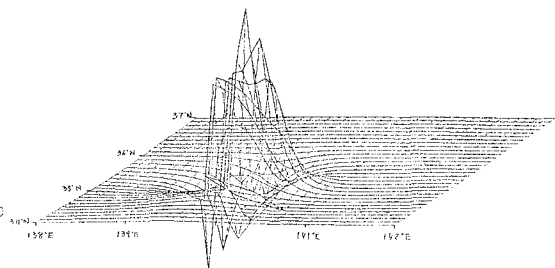


図-1 余震分布と各断層モデルの位置(●は本震の震源と修正位置)

図-2 各断層モデルによる地表の鉛直方向永久変位
(太線の四角形は断層面を表す)

3. 震源のランダム性を考慮した地震動の計算

関東地震の断層面の長さは約100kmあり、これが一様に破壊したと仮定すると、理論的には周期数十秒の長周期地震波しか再現することができない。地震動の短周期成分は、不均質な断層面上の構造により断層運動が破壊と停止を繰り返しながら進行することにより生じる。しかし、大正時代の地震の多重破壊を解明するのは観測記録の質から困難であるし、将来発生するかもしれない地震を予測することは不可能に近い。そこで、過去に生じた地震で何らかの点で関東地震と性質の似た地震を用いて、震源の不規則性を考慮した。すなわち、同じサブダクション・ゾーンの巨大地震である十勝沖地震の多重震源モデル[菊地・深尾(1985)]を使う方法と、同じ南関東で起こった伊豆半島沖地震の東京で観測されたやや長周期記録[田中・他(1978)]から計算される経験的震源スペクトルを用いる方法[赤尾・野田・井上(1988)]を用いて地動の計算をおこなった。十勝沖地震は関東地震より大きな地震であるので相似性を崩さないように縮小し、東京の地震動を計算した。[図-3] 他の方は小地震に含まれている不規則な運動を震源スペクトルの形で考え、これを関東地震の震源スペクトルに適用した。[図-4] 計算には周期3秒と20秒の間でフラットで外側で減少するバンド・パス・フィルターを用いた。

4. 結果の検討と考察

関東地震は、その予想外に強い地動のために震源域の地震動を完全に記録した地震計はない。森岡(1976)や横田・他(1988)は強震記録の再現を試みているが、どの程度有効であるか未知である。従って、ここで計算した結果の有効性を調べる確実な手段はないが、最近の1倍強震計の記録などを参考にして以下のように考えた。

十勝沖地震の多重震源は長周期のP波を使って同定されたものであり、その同定結果がどの程度中周期の地震動予測に役立つかを調べてみたものである。この計算結果を見る限り、やや長周期地震動の予測に用いることは難しいと思われる。伊豆半島沖地震の東京の記録は、伝播経路や地域特性が同じであるので、これを補正する必要がないというメリットがある。この計算地動に対する速度応答スペクトルを図-5に示す。森岡や横田の結果と比較すると全体に少し高過ぎるが、東京の卓越周期といわれる8秒付近に明瞭なピークが見られる。また、短周期成分は震源スペクトルの補正が難しく、周期5-6秒以下は少し高過ぎるのではないかと筆者は考えている。

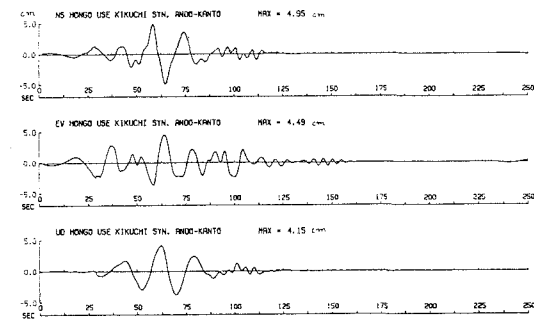


図-3 十勝沖地震の多重破壊パターンを関東地震(安藤モデル)に適用したときの東京・本郷の理論地動

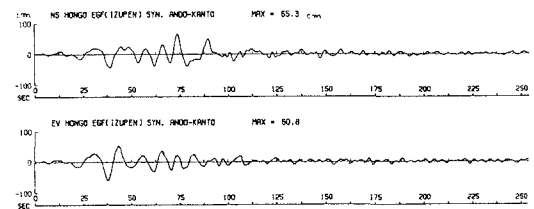


図-4 経験的震源スペクトルを用いた関東地震(安藤モデル)の理論地動(周期3-20秒)

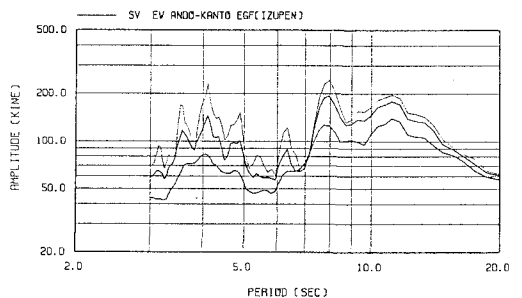
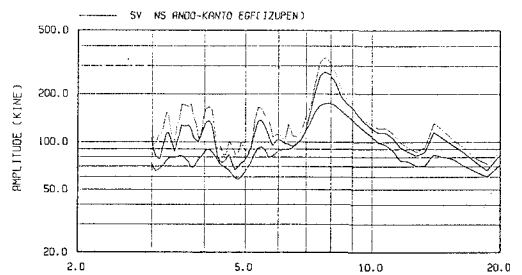


図-5 安藤モデルの理論地動の速度応答スペクトル(減衰;1%,2%,5%)