

I-B 246

兵庫県南部地震における強震記録の応答特性について

日本大学 正会員 田村 重四郎

日本大学 学生員 鄭 志誠

1. はじめに

応答スペクトルは、地震動の振動数特性の指標、構造物の耐震設計、そして被害の推定の目安等として幅広く用いられ、現在では不可欠なものとされている。しかし大災害をもたらす様な強震動にまで同じ様に適用して良いか検討する必要がある。平成7年兵庫県南部地震の際、激震、強震の各地域で得られた多くの強震記録では、モード解析による耐震設計々算で大きな誤差が生じうるため、特別の取り扱いが必要であることが分かった。本報告は、これ等の記録のスペクトルを使用する場合、従来広く使われている応答スペクトルの適用方法について検討するものである。

2. 解析記録について

本研究では、比較的被害が大きく、しかも振り切れない波形を検討対象とする為、兵庫県南部地震で記録した神戸港第8突堤のものを使用している(図-1)。この波形は変化率が激しく sin 波というよりもむしろ三角パルスの様な特徴的な波形である事が認められる。また観測地点周辺は、約 20m 程の埋立土砂の下部に約 10m 前後の沖積粘土層が堆積し、その下には約 30m 前後の洪積砂礫層が堆積している。ここでは岸壁自体の被害は軽微であるが、上屋は一階の上下端部で座屈し壊滅状態となっており、液状化も起こっている。

3. 解析結果

図-2 の実線は応答速度スペクトル、点線は応答加速度から求めた応答速度スペクトルである。この図より 1.5 秒前後の周波数成分が卓越、3 秒より長い領域で両者のスペクトルに大きな差が生ずる事が明らかである。図-3~5 はそれぞれ減衰定数 5%のときの固有周期 0.1 秒、1.5 秒 10.0 秒に対する時刻歴変位応答である。図中実線は直接求めたもので、点線は速度応答曲線から求めた変位応答曲線である。これ等の図で前述の 1.5 秒の成分が個々の固有周期に無関係に強く卓越していることが明白である。またこれ等の図で点線と実線を比べると固有周期 10 秒では実線に比べ、点線が格段に大きな値を示し、0.1 秒では可成り小さい値となっていることが認められる。図-6 には変位に注目して、応答変位(実線)、速度から求めた応答変位(点線)、及び加速度から求めた応答変位(一点鎖線)を示してある。点線では 0.1~0.4 秒間は実線に比べ約 50%減であり、0.4~3 秒間は約 20%の差の範囲にあり、5 秒から差が増大し 10 秒では約 4 倍に達している。一点鎖線では 0.1~6 秒までは殆ど差がなく、13 秒より長くなると 20%以上の増加を示すようになるが、全般的によい一致を示している。

4. 考察

多用されているモード解析により耐震設計々算では、通常応答速度スペクトルより変位を求め、断面力の算定を行っている。つまりここでは、応答スペクトルは相互に変換し得ることが前提条件である。しかし図-6 に示されている様に、約 3 秒より長い固有周期に対しては速度、変位が単純に固有振動数結ばれていないことが分かる。図-5 より 15~16 秒で最大変位を示しているがこの部分で速度応答の波形は固有周期が 10 秒であるにも拘らず周期 10 秒の波形を示さず周期 1.6 秒の波形となっており、強制振動の性状を示している。周期 3 秒以上でこの傾向は明瞭に認められ、最初の数秒間にこの現象があらわれている。図-1 の波形で主要動の最初の数秒間が之の部分に対応しており、平均して約 1.6 秒の周期の波形が比較的長い固有周期をもつ 振動系を強制的に 1.6 秒前後で振動させているものとみられる。継続時間 20 秒で地震動加速度は急激に減少し、それに伴って固有振動周期の振動が起り、次第に減少して行く形態を取っている。周期の比較的短かい領域についても 1.6 秒前後での強制振動が主要な成分であることは同様である。

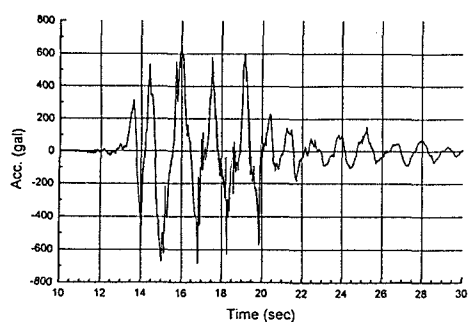


図-1

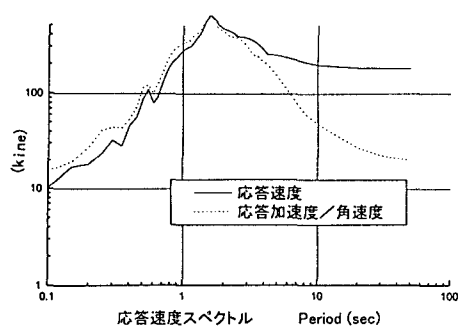


図-2

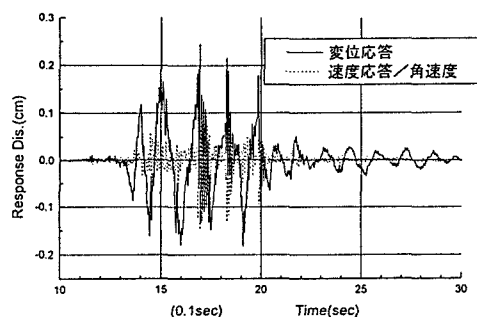


図-3

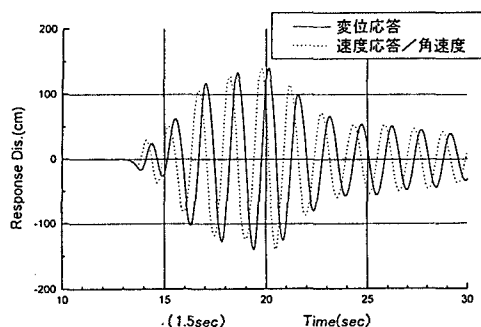


図-4

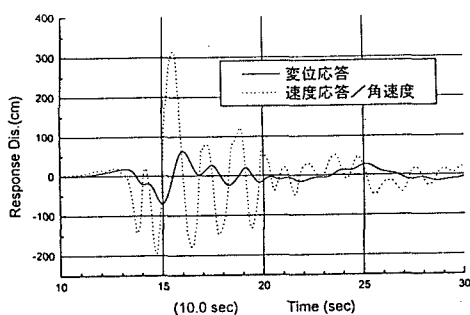


図-5

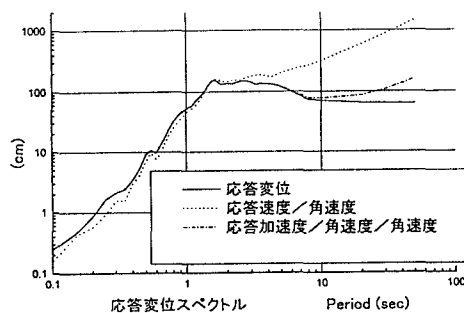


図-6

5. まとめ

対象とした地震動は、急に主要動に達しており、その継続時間は数秒間であり、加速度値が極めて大きい。しかも卓越振動数の範囲が狭いため、特定の振動数(主要部の卓越振動数)を除いた振動数をもつ構造物は主として地震動により強制的に変位したことが推測される。このため、応答変位を応答速度スペクトルより求める場合、大きな差が生じる場合があることが明らかになった。今後、更に検討を続ける予定である。なお、波形解析には学部生であった新倉利之、山村和弘、両君に御協力頂いた。ここに記して謝意を表す。