

I - B 392

大開駅プラットフォーム部の地震時断面力（その2 新しい応答変位法による評価）

（株）奥村組 本社土木部 正会員 ○ 中山 学
 清水建設 和泉研究所 正会員 竹脇 尚信
 C R C 総合研究所 泉 和伸

1. まえがき

阪神・淡路大震災で大きな被害を受けた神戸高速鉄道大開駅、神戸市営地下鉄上沢駅、三宮駅の被災原因を追求するために、被災当初から地盤を等価線形モデルとしたFEM地震時応答解析が多く行われてきた。一方、地盤を弾塑性体とし、巨大地震時襲来時の構造物の非線形性を考慮した解析もなされてきているが、これらの数値解析手法には費用もかかり、手軽に構造物の耐力照査を実施できるとは言い難い。

そこで、解析結果と被災状況との比較検討から得られた知見に基づき、精解ではないがある幅を持ち、計算結果に工学的判断を加えることで地下構造物を設計できる新たな簡便計算法を提案できれば、将来のより合理的な耐震設計法確立に寄与できると思われる。本稿では、強震時地震動レベルに対する非線形動的解析を精解とし、FEM系の骨組みモデルに地盤変形を考慮した外力を作用させることによって、強震時に発生するであろう断面力の推定を試みた。

2. 検討手順

非線形動的解析結果を踏まえて、図-1に示すような手順で検討を行った。

- ◇STEP-1：自然地盤の地震時応答解析
（一次元動的解析，地盤は非線形か等価線形）を実施する。
- ◇STEP-2：解析結果のうち，箱型地下構造物の上床版と下床版との最大相対変位量とその地盤内変位分布を求める。
- ◇STEP-3：地盤変位をモデル-1に入力することによって，等価節点外力を求める。
- ◇STEP-4：常時荷重による箱型地下構造物の断面力をモデル-1で算出する。
- ◇STEP-5：モデル-2にSTEP-3で求めた等価節点外力を入力し，各断面力を求める。
- ◇STEP-6：各部材で，STEP-4の静的荷重とSTEP-5の動的荷重による断面力を求め，耐力と比較する。

静的荷重と動的荷重による各部材の発生断面力が保有耐力を上回る場合には，動的荷重の低減率（ α_i ）を求める。すなわち，耐力から静的荷重を引いた分が各部材の裕度であるので，荷重低減率は $\alpha_i = (M_y - M_s) / M_d$ となる。

但し， M_y ：降伏曲げモーメント¹⁾， M_s ：常時荷重載荷時の曲げモーメント， M_d ：動的荷重載荷時の曲げモーメント

key words：簡易応答変位法，地下構造物，強震時挙動

連絡先：〒545-8555 大阪市阿倍野区松崎町2-2-2, TEL:06-625-3568, FAX:06-623-7699

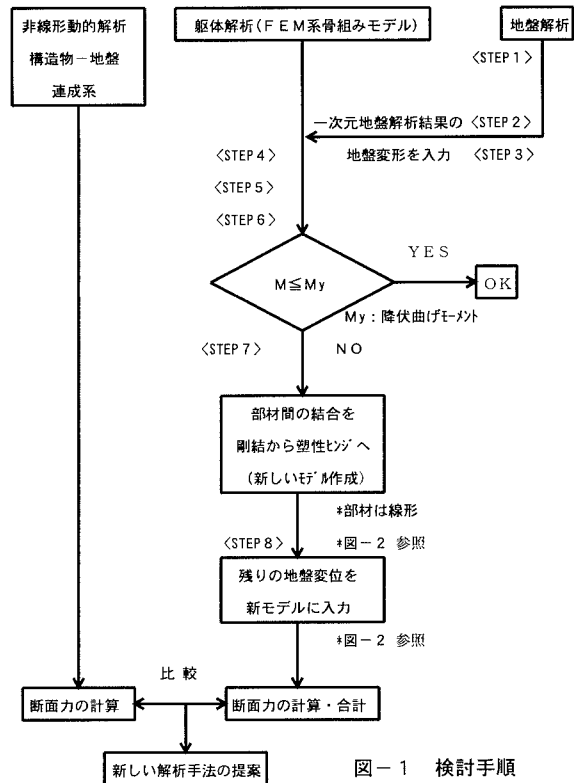


図-1 検討手順

◇STEP-7: STEP-6 で保有耐力以上となった部材は弾性体ではないと見なし、部材端を塑性ヒンジとしたモデル-3に STEP-6 での低減した分の残りの動的荷重を作用させる。

その計算結果のうち、部材の裕度を上回る部材があれば、STEP-6 と同様に荷重低減率を求める。

$$\alpha_{i2} = (M_y - M_s - M_d \times \alpha_{i1}) / M_d$$

◇STEP-8: STEP-7 で保有耐力以上となった部材端を塑性ヒンジとしたモデルに STEP-7 での低減した分の残りの動的荷重を作用させる。このように、各ステップでの荷重低減率の合計が1.0を上回るまで繰り返す。

但し、モデル-2, 3はモデル-1における構造物のみを抜き出したもので、モデル-1のようなFEM系のモデルで解析している。

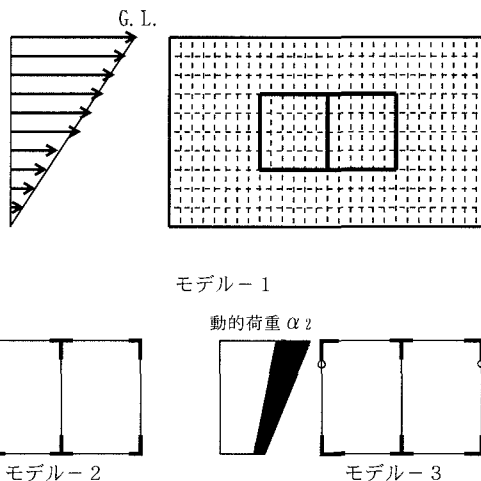


図-2 解析モデル図

3. 解析結果

自然地盤の一次元動的応答解析を実施し、上床版と下床版間の相対変位量が最大である場合の各節点における等価節点力をモデル-1 で求め、首記の手順で検討した。図-3 に各モデルの発生曲げモーメント図を示す。

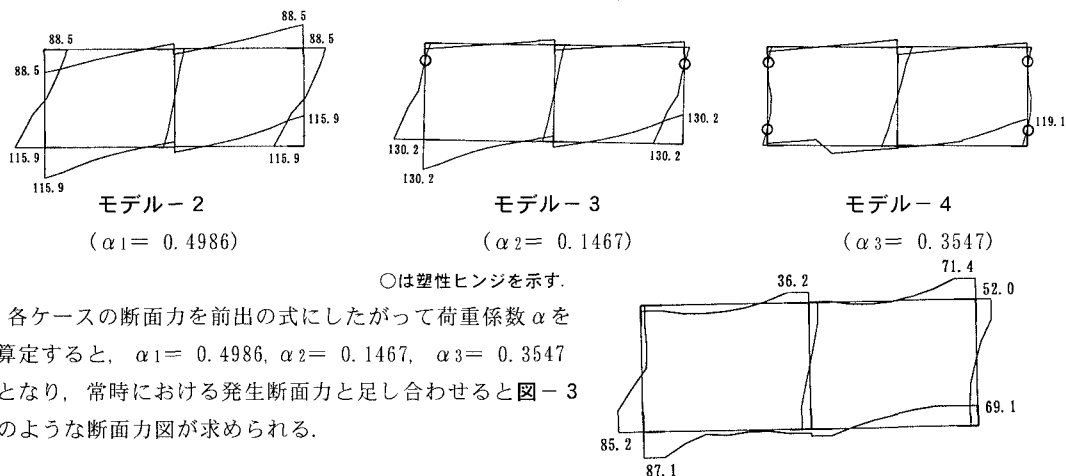


図-3 発生曲げモーメント図(単位: tf, m)

各ケースの断面力を前出の式にしたがって荷重係数 α を算定すると、 $\alpha_1 = 0.4986$, $\alpha_2 = 0.1467$, $\alpha_3 = 0.3547$ となり、常時における発生断面力と足し合わせると図-3 のような断面力図が求められる。

4. まとめ

今回の検討では、曲げモーメントに着目して検討を進めた。その結果、提案する簡便な設計法でほぼ表現できると判断しうる結果が得られた²⁾。したがって、今回提案したような「地下構造物の構造部材は線形とし、耐力を越えた場合には塑性ヒンジとして新たな構造モデルで再計算する手法」でも強震時における地下構造物の検討に簡便法として用いられると思われる。今後、せん断耐力の評価³⁾も含めて、せん断力にも配慮した設計法に拡張するための検討を実施する予定である。

なお、本研究は「土木学会 関西支部 阪神・淡路大震災調査研究委員会(委員長:土岐憲三)」の下部組織として設置された「地下構造物分科会(主査:櫻井春輔)」の研究の一部として実施ものである。

(参考文献)

- 1 道路橋示方書・同解説V耐震設計編(平成8年12月)(財)日本道路協会
- 2 土木学会 関西支部 阪神・淡路大震災調査研究委員会 報告書(平成10年6月)土木学会 関西支部
- 3 例えば、鉄筋コンクリート終局強度設計に関する資料(昭和62年9月)日本建築学会