

I - B 428

RC 地中構造物の変形性能に関する実験的研究
(その3) RC 試験体の変形評価への数値解析の適用

(財)電力中央研究所 正会員 ○ 松井 淳 大友敬三 河井 正
関西電力(株) 正会員 松本恭明 岡市明大

1.はじめに 筆者らは強震時における地中構造物の変形性能に関する実証データを得ることを目的として、一連の実験的研究を進めている。本報では、既報⁽¹⁾で報告した振動台実験に対して、地盤および構造物を履歴依存モデルで表した地盤-構造物連成の非線形動的有限要素解析を実施し、その適用性について調べた。

2.解析の概要 RC 部材は曲げ要素でモデル化し、その復元力特性を軸力変動型トリニアモデルで表した(図-1)。ここで第1折れ曲がり点は「曲げひび割れ発生」を、第2折れ曲がり点は「曲げ降伏」に相当する。折れ曲がり点での曲げモーメントおよび曲率の値は、曲げと軸力を受けるはり部材の断面計算より定めた。第2折れ曲がり点以降の挙動については、曲げ剛性以外は規定しないが、応答値を解析することにより終局状態(圧縮域のコンクリートの縁ひずみが 3500×10^{-6} に達する)に到達しているかどうかを判定することが可能である。なお、せん断剛性については非線形性を考慮していない。

地盤要素の非線形性については Ramberg-Osgood モデルで表し、別途実施した室内試験の結果から、1%以上のせん断ひずみレベルの剛性低下に適合するようにパラメータを設定した(図-2)。また、初期せん断剛性等については、拘束圧の影響を考慮している。

地盤側方の境界には、バネ-質点を設定してせん断土槽自身の質量の影響を考慮した。地盤-構造物間の滑動は考慮しない。動的解析は、自重解析により地盤および構造物の初期応力状態を定めた後、実験時に計測された加速度波形(図-3)を底部境界より入力して実施した。

3.解析結果 図-4 に構造物最大変形時(3.75 秒)の変形状態を示す。このときの側部境界での水平方向変位は 2.4cm であり、地盤の1次せん断変形が支配的であることが示される。これは図-5 の水平方向の相対変位の最大値分布からも確認される。また、実験時に観察された側壁の曲げ変形の状況(内側へのたわみ)も再現されている。図-6 に頂底版間の相対変位の時刻歴を示す。主筋の降伏が始まった時刻とその時の相対変位量は実験では 3.39 秒、1.094cm、解析では 3.05 秒、0.978cm であり良く一致している。しかし、全ての隅角部の主筋が降伏した後(4.0 秒以降)の相対変位量や残留変位量については若干の差異が認められる。図-7 及び図-8 にそれぞれ実験及び解析での荷重-変位曲線を示す。解析結果の方が、荷重が最大 0.5tf 程度大きく、変位は最大 2-3mm 程度小さい。これは、①加振前に生じていたひび割れを考慮していない、②部材(特に頂版)と地盤間の滑動を考慮していない、③せん断剛性についての非線形性を考慮していない、等によるものと考えられる。しかし、①層せん断変形角が 0.5~0.7%の段階で連続的に隅角部が降伏していること、②降伏した部材の応答塑性率の値は 1.0~2.0 の間で、ほぼ実験結果と一致すること、等が確認された。このことから、本研究で実施した解析がこの種の構造物の降伏直後までの挙動を良く再現していると判断される。

4.まとめ 本研究で実施した解析は、埋設された RC 構造物の降伏直後までの変形挙動を良好に表現できることが確認された。今後、平成 11 年に実施予定の大型振動台実験を踏まえ、より塑性変形の進んだ段階についての適用性を調べる予定である。

謝辞:本研究は電力9社と日本原子力発電(株)による電力共通研究の一部として実施した。本研究の関係各位に謝意を表する次第である。

[参考文献]:(1)末広ら:RC 地中構造物の変形性能に関する実験的研究 (その2) 小型振動台実験に基づく RC 試験体の変形に関する考察, 土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集, 1999.9.

キーワード:RC 地中構造物, 振動台実験, 履歴依存モデル, 動的解析, 塑性変形

〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 Tel:0471-82-1181 Fax:0471-83-2962

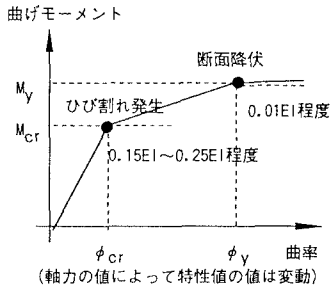


図-1 軸力変動型トリリニアモデル概念図

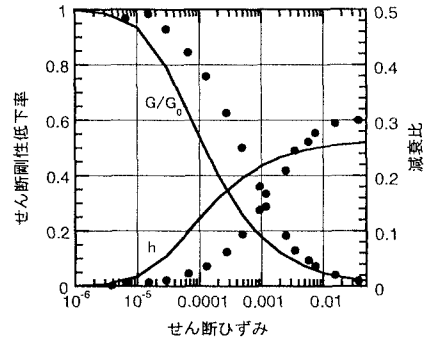


図-2 解析に用いた $G,h-\gamma$ 関係

表-1 解析に用いた物性値

コンクリート	圧縮強度(kgf/cm ²)	361
	引張強度(kgf/cm ²)	31.5
	弾性係数(kgf/cm ²)	264000
鉄筋	弾性係数(kgf/cm ²)	2050000
	降伏強度(kgf/cm ²)	3790
	降伏ひずみ($\times 10^{-4}$)	1927

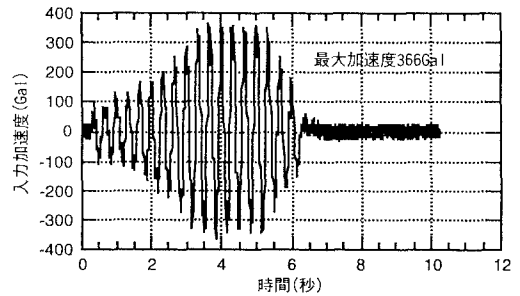


図-3 解析に用いた入力加速度波形

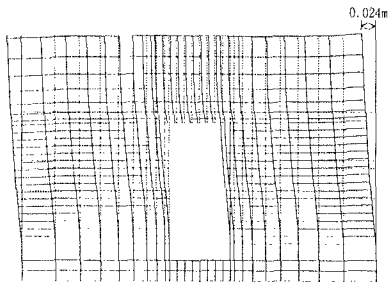


図-4 全体変形図

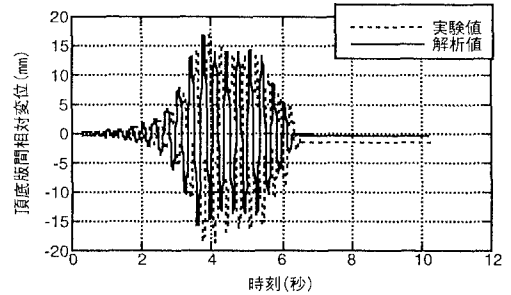


図-6 頂底版間相対変位の時刻歴波形

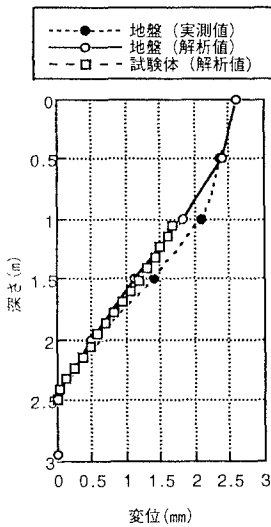


図-5 最大水平相対変位分布

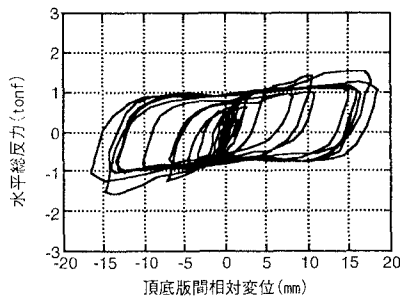


図-7 荷重-変位曲線(実験)

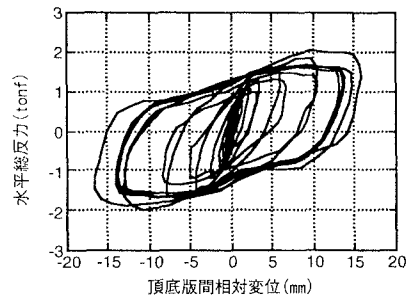


図-8 荷重-変位曲線(解析)