

I - B 429

RC 地中構造物の変形性能に関する実験的研究

（その4）大型せん断土槽の使用を前提とした RC 試験体の変形予測

（財）電力中央研究所 正会員 ○大友敬三 松井淳 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きている。本報は、科学技術庁防災科学技術研究所所有の大型せん断土槽（幅 11.6m、高さ 6.0m、奥行 3.0m）を使用して実施する RC 試験体の変形性能に関する振動台実験（以下、大型振動台実験）における RC 試験体の変形挙動を非線形動的有限要素解析により検討した結果を報告している。

2. 解析条件 大型振動台実験では、図-1 に示すように RC 試験体を、①土槽底版に完全固定（以下、岩着）、②地盤中に設置（以下、非岩着）、の2ケースを実施する。いずれのケースも RC 試験体は2次元挙動として取扱う。RC 試験体は厚さ 4.5m の良く締った乾燥砂地盤に埋設される。RC 試験体の諸元は表-1 に示すとおりである。鉄筋降伏を確実にしたいとの観点から D6 鉄筋の降伏強度を 2500 kgf/cm^2 と製作して用いることを想定する。せん断土槽内の地盤と RC 試験体を有限要素解析モデルにモデル化する。地盤材料には5号珪砂（真比重 2.69、最大間隙比 1.09、最小間隙比 0.683）を用いる。室内土質試験で得たせん断剛性の拘束圧依存性に基づいて図-2 に示すようなせん断波速度の深度分布を定めた。全応力履歴モデル（Ramberg-Osgood モデル）のパラメータについては、図-3 に示すような動的変形特性試験結果に対してフィッティングを行い決定した。ただし、これらのパラメータの拘束圧依存性は考慮していない。RC 部材の非線形特性は軸力変動型トリリニアモデルにモデル化した。トリリニアモデルにおける第2勾配と第3勾配の剛性については、それぞれ初期剛性の 0.15～0.25 の範囲、0.01 程度などと設定した。振動台からの入力加速度波形は振幅漸増の正弦波とした。地盤厚さが 4.5m となる場合の積載重量から決定される加振能力限界線上において、最も大きな地盤変位を与える振動数を選んだ。この結果、図-4 に示すように正弦波の最大加速度は 613Gal、振動数は 1.7Hz となった。

3. 解析結果 図-5 に示す RC 試験体最大変形時刻の全体変形図より、岩着と非岩着のケースでそれぞれ 10.1cm、8.2cm の地表面変位が生ずることが確認できる。また、RC 試験体の変形は周辺地盤のそれに追従していることがわかる。RC 試験体の層間水平変位は岩着と非岩着でそれぞれ、6.2cm、4.9cm となった。これらの結果より、RC 試験体の見かけのせん断ひずみ（層間水平変位／試験体高さ）は岩着と非岩着でそれぞれ、4.3%、3.4%と見積られる。応答解析結果より、RC 試験体の部位ごとの降伏と終局状態（コンクリート圧縮縁ひずみが $3,500 \times 10^{-6}$ に達する）を判定した。図-6 は岩着の場合を例示している。右側側壁下部（底版との隅角部）から降伏が始り、終局状態に達する部位も現れている。このようにして RC 試験体の変形が進んだ場合のせん断と曲げに関する安全性を照査した。表-2 は変形の程度が相対的に大きい岩着のケースの場合の検討結果を示している。これより、せん断に対しては、せん断補強筋無しでもせん断破壊を避けられると判定できる。一方、応答塑性率と靱性率はほぼ等しい。このため、地盤との連成で動的荷重を受ければ、今回設定した諸元の RC 試験体はそれ自身が保有する靱性一杯まで変形が進むと予想される。

4. まとめ 鉄筋降伏強度を $2,500 \text{ kgf/cm}^2$ と設定した RC 試験体を用いれば、地盤・構造物連成系の動的荷重によって RC 試験体に十分な塑性変形を与えることが可能なことを確認した。今後、大型振動台実験の実施に向けてより詳細な解析検討を進める予定である。

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。

キーワード：地中構造物、振動台実験、動的解析、相互作用、変形性能

連絡先：〒270-1194 我孫子市我孫子 1,646 Tel.0471-82-1181 Fax.0471-84-2941

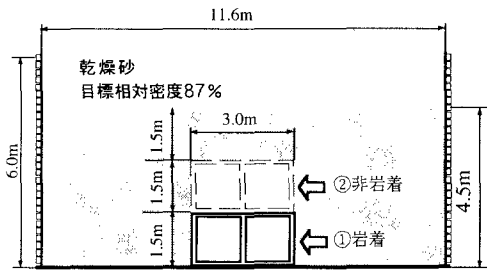
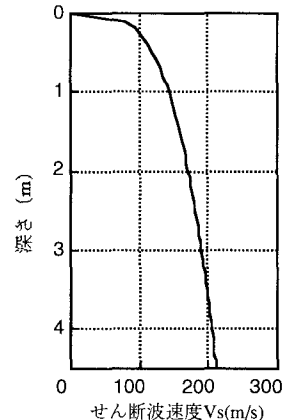


図-1 大型振動台実験の概要

表-1 RC試験体の諸元
(岩着と非岩着共通)

部材幅	B (cm)	100
部材厚さ	H (cm)	10
有効高さ	d (cm)	9
圧縮鉄筋量	A_{s1} (cm ²)	5.06
引張鉄筋量	A_{s2} (cm ²)	5.06
主鉄筋比	pw (%)	0.56
鉄筋降伏強度	f_y (kgf/cm ²)	2,500
コンクリート強度	f_c (kgf/cm ²)	200



せん断波速度分布

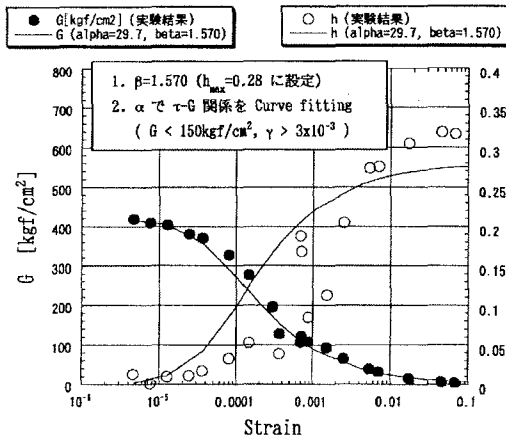


図-3 解析に用いた動的変形特性

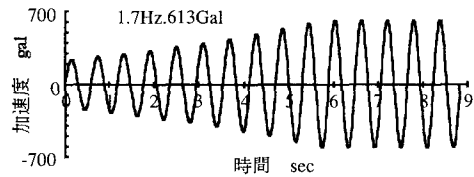


図-4 振動台からの入力加速度波形

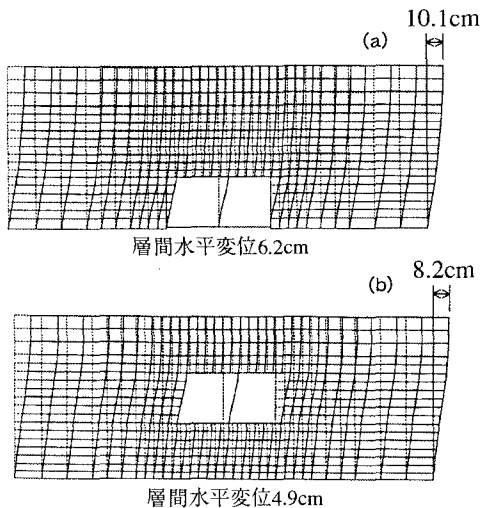


図-5 RC試験体最大変形時刻の全体変形
(a)岩着6.48秒, b)非岩着8.23秒

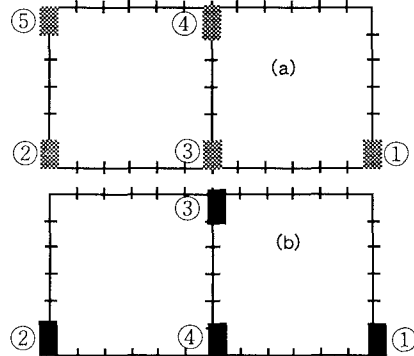


図-6 岩着ケースのRC試験体損傷状況
(a)降伏 (b)終局 (図中の番号は損傷の順序を示す。)

表-2 岩着ケースのRC試験体のせん断、
曲げに対する安全性照査結果

せん断	検討部位	頂 版	
設計せん断力	$V_d(tf)$		3.45
コンクリートのみの設計せん断耐力	$V_{cd}(tf)$		6.67
補強筋の設計せん断耐力	$V_{sd}(tf)$		0
設計せん断耐力	$V_{yd}(tf)$		6.67
せん断に対する照査判定	V_d/V_{yd}		0.52
曲げ	検討部位	隔 壁	
降伏時層間水平変位	$\delta y(cm)$		0.5
最大層間水平変位	$\delta max(cm)$		6.2
設計応答 (変位) 塑性率	μrd		12.4
設計 (変位) 靱性率	μd		12.8
曲げに関する照査判定	$\mu rd/\mu d$		1.0