

## V-375 地中に埋設されたRCボックスラーメン構造の地盤との連成実験

（財）電力中央研究所\*）正会員 岩崎郁夫  
 （財）電力中央研究所 正会員 遠藤達巳  
 東京電力株式会社 正会員 片平冬樹

### 1. はじめに

原子力発電所において大地震時を想定するような場合には、構造物および地盤が非線形領域に入り、それを考慮することで実現象に近い合理的な設計が可能になる。地中に埋設されるRCボックスラーメン構造物と地盤の非線形連成挙動の解明を目的として、代表的な原子力発電所屋外重要土木構造物である海水管ダクトを対象とした静的な地盤・構造物連成実験を実施した。

### 2. 実験の概要

実験装置は、図1に示すせん断土槽（4m×3m×1m）であり、下方をピン支持されている載荷版を7クレーンで制御することにより、一様なせん断変形を砂地盤に与えることが可能である。本実験の特徴としては、①従来、弾性体としてアクリル等の材料を試験体に用いていたが、本実験では、実物の1/4縮尺の鉄筋コンクリート製のモデル（2m×1m、厚さ10cm、鉄筋比0.2%、図2参照）を用いて実験を行っており、そのため、コンクリートに発生するひびわれなど非線形性も考慮した実験が可能であること、②従来のジャッキ等で直接モデルに加力する方法ではなく、この

実験では、地盤にせん断変形を加えて、構造物には間接的に力を加えるため、より実際の条件に近い実験が可能なことである。

実際の土被りの条件を模擬するため、土槽の上部に鉄製ジャケット（約12tonf）を設置した。また、砂地盤には、

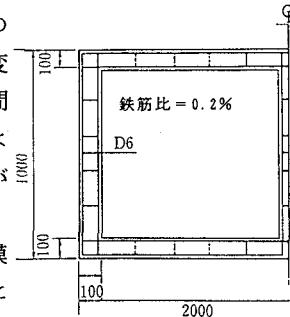


図2 試験体配筋図

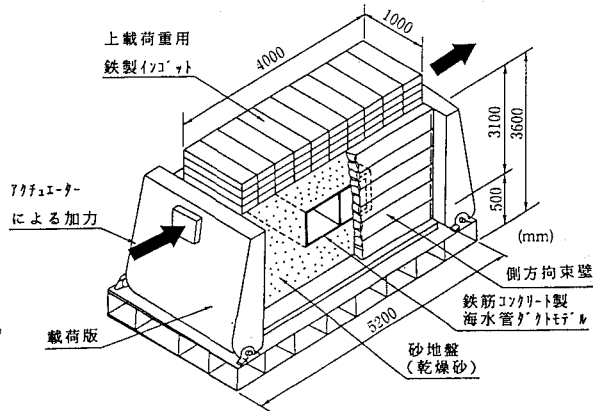


図1 実験装置の説明図

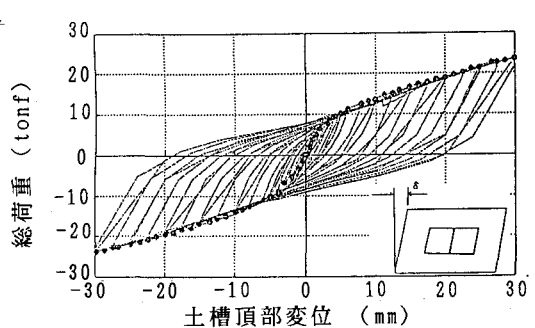


図3 荷重と土槽頂部変位の関係

### 3. 実験結果

①ダクトの相対変位：図4に土槽平均ひずみとダクト側壁部材角の関係を示す。図中の実線は、ダクトと地盤がまったく同じ動きをした場合の関係を示している。この線と実験値を比べると、初期の段階（土槽頂部変位=5mm）までは、地盤のひずみの半分のみが部材角しか生じていないことが判る。しかし、地盤ひずみの増加に伴って、構造物の非線形化により、地盤と構造物が同じ動きをするようになる。

②ダクトの非線形形状: ひびわれは図5に示す順序で発生しており, ひびわれ発生変位は約5mm程度である。また, 鉄筋降伏は, 隔壁で土槽頂部変位8mm時点で生じている(図5)。その後, ひびわれ発生順序とほぼ同じ順序で降伏している。土槽頂部変位30mmまでに, すべての隅角部で鉄筋降伏する結果となった。

③土圧作用: 直土圧については, 土圧の増加傾向は, ある程度の土槽頂部変位になると鈍化し, 変曲点がひびわれ発生時の5mm程度の時と, 側壁等の部材全体で鉄筋降伏が起こる10mmから15mm程度の2カ所で現れる。これは, 構造物の非線形化により土圧の増分が鈍化したことを裏付ける結果と考える(図6)。

せん断土圧についても, 直土圧と同様の傾向である(図7)。

④終局状態: 大きなせん断変形を土槽に与えていった場合でも, 構造物及び地盤の非線形化による荷重増分の鈍化などにより, 断面の破壊には至らなかった。

⑤設計との対応: 従来は, 設計において構造物の非線形化を無視しているが, 単純に一樣な剛性低下を考慮することにより, より実現象(実験結果)に近い設計が可能になる(表1参照)。

#### 4. まとめ

実験結果より, 地盤と構造物の連成挙動, 構造物のひびわれと鉄筋降伏による非線形化が確認できた。設計においてこの非線形化を考慮することにより設計荷重を低減でき, 合理的な設計が可能になると思われる。

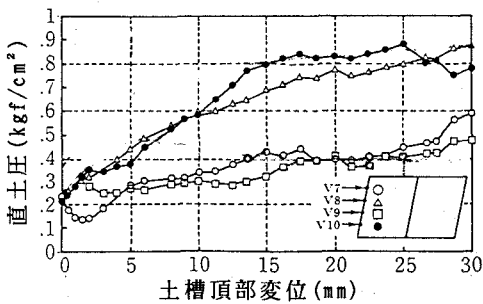


図6 ダクトに加わる直土圧

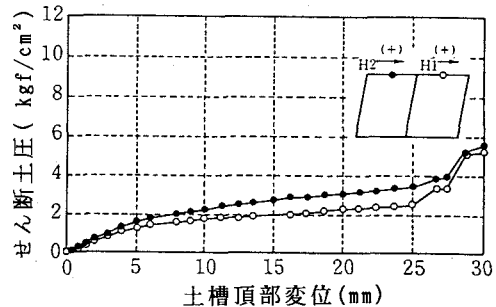


図7 ダクトに加わるせん断土圧

表1 設計変位と実験結果の比較

設計における剛性の仮定	全断面有効剛性	一律50%剛性低下	実験結果
土槽頂部変位(mm)	3.6	5.5	8.0(初鉄筋降伏時)

【謝辞】 本研究は, 電力共通研究「限界状態を考慮したAクラス土木構造物の耐震設計に関する研究」の一部として実施したものであることを付記し, 関連電力会社および土木学会・原子力土木委員会・限界状態設計部会(主査: 東京大学 岡村 甫教授)に対し謝意を表するものである。

注\*) 当時, 電力中央研究所に出勤中, 現在は大成建設(株)に所属。

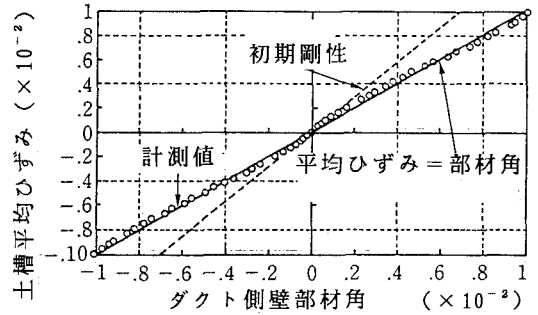


図4 土槽平均ひずみとダクト側壁部材角の関係

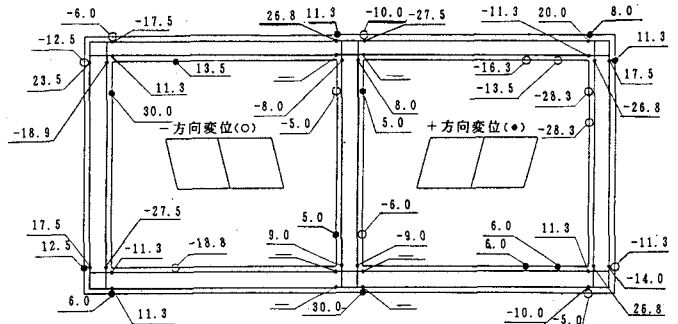


図5 ひびわれ発生、鉄筋降伏時の土槽頂部変位 ○●: ひびわれ発生 ●: 鉄筋降伏時