

面内荷重と面外荷重を同時に受ける三次元 R C 地中構造物の振動台実験

(財)電力中央研究所 正会員 末広俊夫 大友敬三 河井 正 宮川義範
 関西電力(株) 正会員 金谷賢生 岡市明大 福本彦吉

1.はじめに 筆者らは三次元的な広がりを持つ鉄筋コンクリート製地中構造物の耐震性能照査法の確立を目的として、地盤との連成を考慮した実験と数値解析の両面から塑性変形域における挙動評価に関する研究¹⁾を進めている。本報では、試験体を加振方向に対して45°傾けて設置することにより、面内荷重と面外荷重を同時に受ける場合に注目した振動台実験の結果について述べる。

2.実験概要 本実験は、図-1に示すように正方形中空断面の鉄筋コンクリート製試験体を大型せん断土槽内の厚さ2.72mの良く締まった乾燥地盤に加振方向に対して45°傾けて埋設し、図-2に示す正弦波(振動数3Hz)の振幅を6段階変えた入力加速度波形を用いて加振したものである。RC試験体は外形寸法0.8m×0.8m、高さ3.0m、部材厚さ6cmの中空構造物であり、鉄筋は縦方向、横方向ともにD4鉄筋を7cm間隔で配筋し(図-3)、縦方向は外側と内側にかぶり1cmの複鉄筋とした。主な計測項目は、1)試験体と地盤(せん断土槽)の水平変位および加速度、2)鉄筋ひずみ、3)試験体に作用する土圧(3方向成分)である。

3.実験結果及び考察 試験体と地盤の最大水平変位分布を図-4に示す。試験体の最大変位は地盤の1/3~1/2であり、試験体と地盤の剛性差が大きいことを示している。縦方向鉄筋のひずみ時刻歴の一例を図-5(d)に示す。外側と内側の鉄筋ひずみはほぼ一致しており、部材荷重は面内荷重の影響が強く、面外荷重(曲げモーメント)はほとんど作用していない。図-6に示すひび割れ図では、固定面に沿って隅角部に向かって分布する引張力と圧縮力が交互に作用したため、顕著なひび割れとコンクリートの圧壊が観察される。また、斜め方向のひび割れは一方向しか発生していない。試験体に局所的な変形は見られないので、どの部材も同程度の面内せん断力を受けていると考えられるが、同時に面内引張力を受ける部材ではせん断ひび割れが発生しやすく、反面、面内圧縮力を受ける部材ではせん断ひび割れは発生しにくいためである。図-5(c)に土圧(Normal, Shear)の時刻歴波形を示す。Normal成分(正符号が圧縮)は引張りを示す負圧となることはなく、剥離している。そのために拘束を失ったのでShear成分はゼロになり、荷重を分担していない。図-5(b)に示す固定端隅角部付近の鉄筋ひずみの時刻歴によれば、すでに降伏した状態を初期値としているものの、そのひずみ増分がマイナス側で約 10000×10^{-6} を示している。図-5に示すひび割れ図のコンクリートの圧壊と対応している。図-7に荷重-変位関係とその包絡線を示す。固定端隅角部コンクリートの圧壊に至ったため荷重低下が確認できるが、その低下割合は1~2割であり、急激なものではなく、試験体の倒壊などの致命的な損傷に至っていない。なお、荷重は試験体に作用する土圧を加振方向に成分を分解し、等分布と仮定して求めた作用力と試験体慣性力の和であり、変位は試験体頂部の加振方向水平変位である。

4.まとめ 本実験の試験体は巨視的に曲げ変形しているため、面内荷重の影響が強く、面外荷重はほとんど作用していなかった。そのため、固定端隅角部コンクリートが圧壊に至っても急激な荷重低下はみられず、致命的な損傷ではないことが明らかになった。また、地盤との相互作用力に関する貴重なデータを取得することができた。

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次第である。

〔参考文献〕(1)末広俊夫, 大友敬三, 河井正, 宮川義範, 金谷賢生, 福本彦吉: せん断壁を有する地中RCボックス構造の振動台実験, 第2回構造物の破壊過程解明に基づく地震防災性向上に関するシンポジウム論文集, pp.231-236, 2001.3

キーワード: RC地中構造物, 振動台実験, 三次元, 塑性変形

連絡先: 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 Tel:0471-82-1181 Fax:0471-84-2941

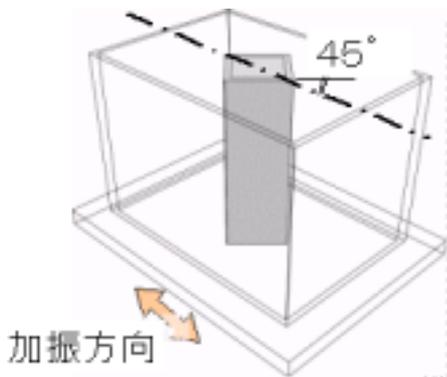


図-1 振動台実験の概要

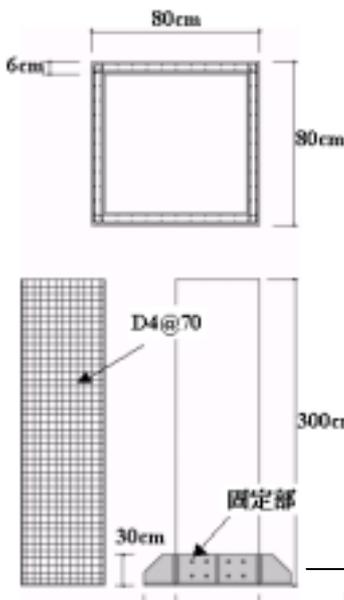


図-3 試験体の配筋

表-1 加振ケース

加振ケース	振動台最大加速度
# 1	53 Gal
# 2	127 Gal
# 3	243 Gal
# 4	748 Gal
# 5	927 Gal
# 6	931 Gal

表-2 コンクリートの材料試験結果

ヤング率 (kN/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
29.1	32.7	3.07

表-3 鉄筋の材料試験結果

呼び径	ヤング率 (kN/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	降伏ひずみ ($\times 10^{-6}$)
D 4	198	414	2100

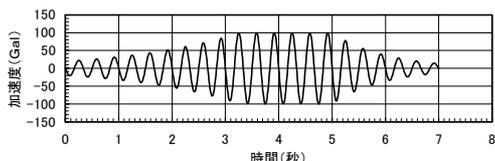


図-2 振動台入力加速度波形 (100Gal の例)

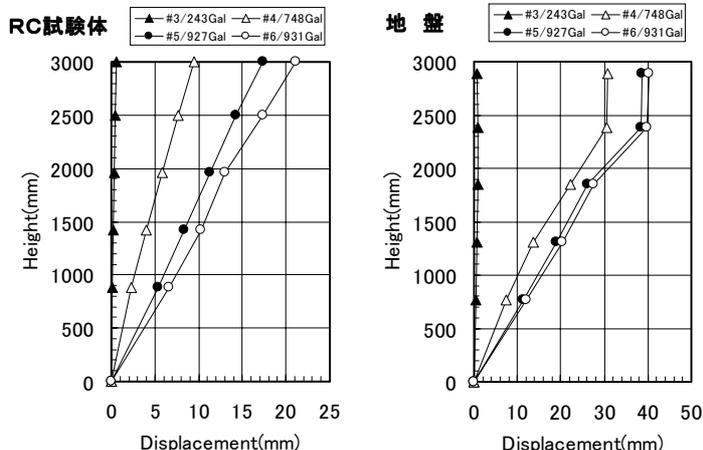


図-4 試験体と地盤の最大水平変位分布

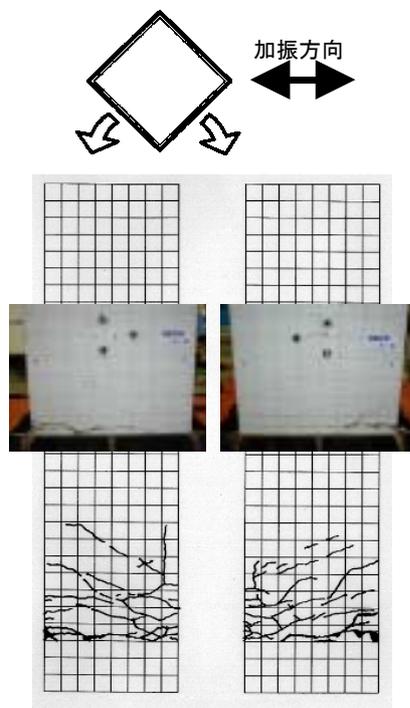
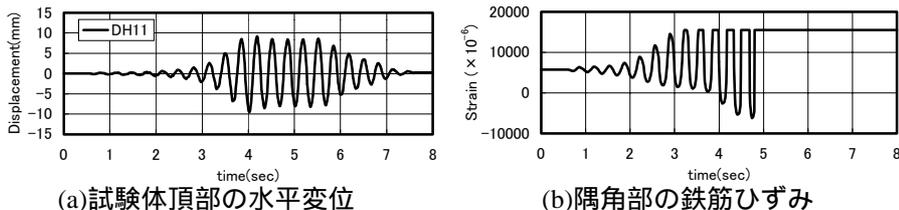


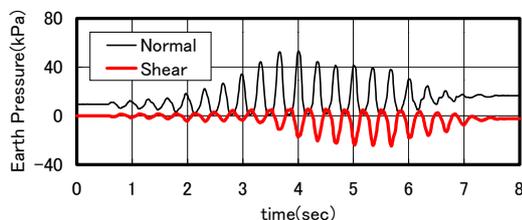
図-6 試験体のひび割れ状況 (スケッチ, 写真)



(a) 試験体頂部の水平変位

(b) 隅角部の鉄筋ひずみ

(c) 試験体に作用する土圧



(d) 部材縦方向の鉄筋ひずみ

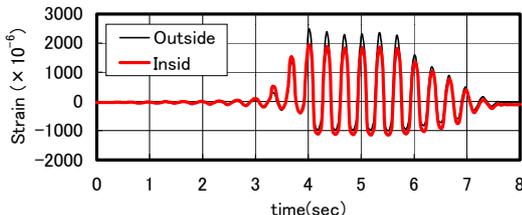


図-5 時刻歴波形

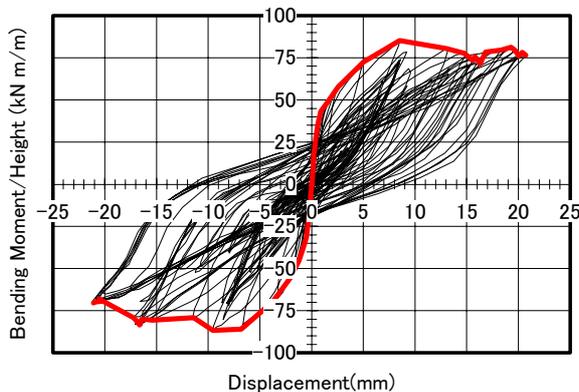


図-7 荷重 - 変位関係 (その包絡線)