

箱型地中構造物の地震時断面力の履歴挙動について

(株) ニュージェック 正会員 ○坂田 勉 松本敏克
 (財) 電力中央研究所 正会員 大友敬三

1. はじめに 断面力は箱型地中構造物の耐震設計においても重要な評価指標の一つである。それら相互の相関の履歴挙動については部材単位での評価はなされているものの^{(1),(2)}、部材相互の力学特性と履歴挙動との関連という観点からの評価は十分とはいえない。筆者らは、阪神・淡路大震災で被災した RC 地中構造物の被害事例の解析的分析と検証⁽²⁾を行ってきたが、それを通じて、非線形性の著しい系とされる箱型地中構造物各部材の断面力相互の履歴特性（とくに、軸力と曲げに関する履歴特性）についての考察を試みた。

2. 解析概要 今回の検討では、極めて大きな損傷を受けた神戸高速鉄道大開駅を対象として、地盤-構造物連成系の非線形地震応答解析を実施した。解析モデルは、地盤を平面ひずみ要素、構造物をはり要素で表現し、底面粘性境界、側方粘性境界を用いた（図-1 参照）。GL-39.4m 以深にせん断波速度 $V_s = 500\text{m/sec}$ 程度の大坂層群が存在すると仮定し、この層の上面を工学的基盤と考えモデル底面とした。表層の土質材料の非線形性は R-O モデルにより表現し、RC 部材の非線形性は武田モデルを用いることとした。また、入力地震動は、大坂層群上面における地震波に相当すると考えられるポートアイランドの地中観測波 (GL-83.0m) に基づいて、水平地震動については地盤非線形性の影響を考慮して時間領域で分離した波⁽³⁾、鉛直地震動はその影響が小さいとして観測波をそのまま用いた（図-2 参照）。

3. 解析結果と考察 構造物の最大断面力の分布状況を図-3 に、損傷状況を図-4 に示す。中柱が奥行き方向に 3.5m 間隔で配置されているので、3.5m あたりの断面力を示している。隅角部の曲げモーメントが大きく、土圧の影響で高次の分布形状となっている。また、中柱は小断面であり軸力が大きい。損傷状況は、ほぼすべての隅角部付近に鉄筋降伏が生じており、基本的には曲げモーメントの大きな箇所と一致している。図-6 は曲げモーメント M と軸力 N の相関図であり、降伏および終局の破壊基準を併記している。中柱は終局曲げ破壊に至ったと判定される。その履歴はほぼ軸力が一定の状態で直線的に推移していることがわかる。なお、この部材の破壊形態は曲げせん断型と考えられている。中柱以外の部材についても鉄筋降伏に至るほど十分に大きな断面力となっている。それらの履歴については底版部の拡大図のように曲げモーメントと軸力の増分がほぼ直線状に推移しており、ある勾配を有する N/M 比が定義できそうである。この値は慣用的に用いられる曲げ軸力比 ($e=M/N$) の逆数となっている。中柱と比較して N/M 比の勾配が多少とも大きくなるのは、これらの部材が地盤に接しており、土圧の影響を受けるためと考えられる。ただ、破壊基準が最も膨らむ釣合い破壊時（引張側鉄筋の降伏と圧縮側コンクリートの破壊が同時に起こる）の耐力と比べると、履歴における軸力変動量も小さく、中柱の場合と概ね同等の勾配になっているように思われる。

4. おわりに 阪神淡路大震災で被災した地中構造物の被害分析により、曲げモーメント M と軸力 N の相関についての履歴挙動が明らかになった。釣合い破壊時の耐力を基準にすると、 M と N の相関はほぼ直線状の履歴を示し、その勾配も小さい傾向にあることが明らかになった。今後は、検討事例の蓄積を通じて、これらの事象を詳細に分析することが必要と考えている。

〔参考文献〕(1)たとえば、阪神・淡路大震災調査報告 土木構造物の被害原因の分析 第 5 章, pp.277-376, (1999.8), (2)コンクリート技術シリーズ 49, 阪神淡路大震災の被害分析に基づくコンクリート構造物の耐震性能照査方法の検証, pp.277-299, (2002.12), (3) 酒井久和, 澤田純男, 土岐憲三: ポートアイランドにおける時間領域での基盤入力地震動の推定, 土木学会論文集, No.612, pp.373-378, (1999.1)

キーワード：箱型地中構造物，地震時挙動，断面力履歴，曲げ軸力比，非線形地震応答解析

連絡先：〒542-0082 大阪市中央区島之内 1 丁目 20-19 Tel:06-6245-4901 Fax:06-6251-2565

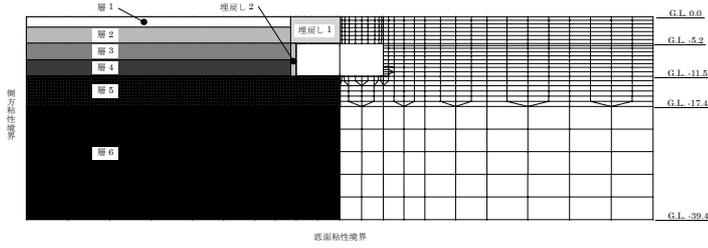


図-1 地盤—構造物連成系の解析モデル

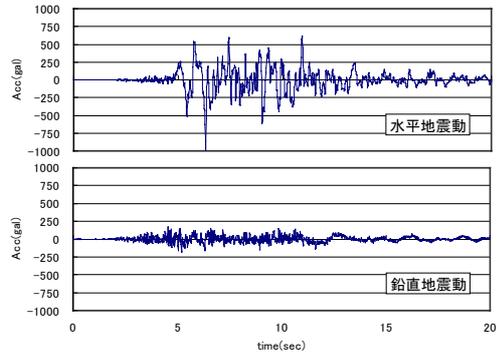
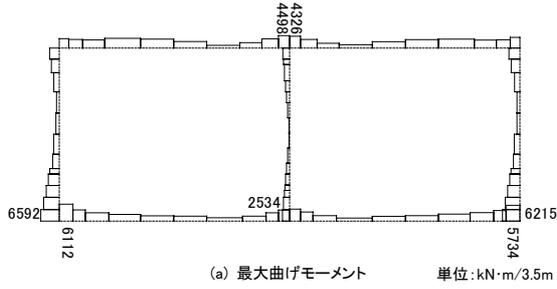
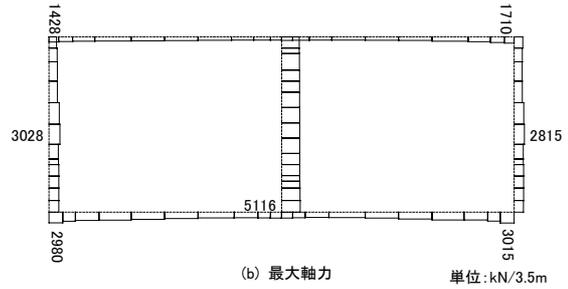


図-2 ポートアイランドの基盤面地震動



(a) 最大曲げモーメント 単位: kN·m/3.5m



(b) 最大軸力 単位: kN/3.5m

図-3 最大断面力図

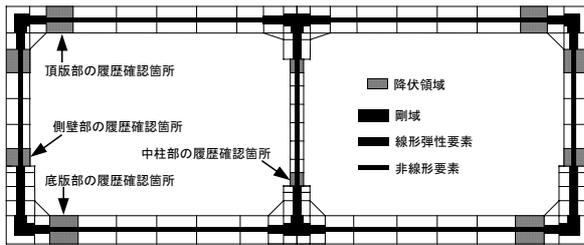


図-4 鉄筋降伏箇所

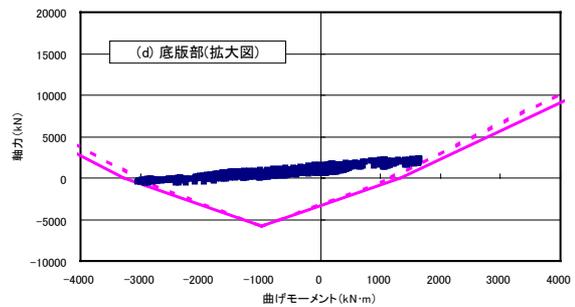
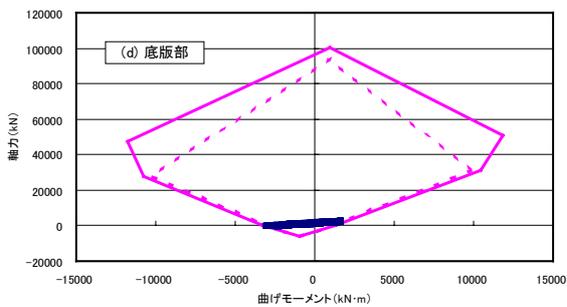
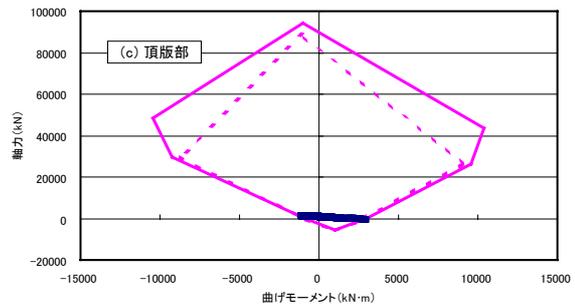
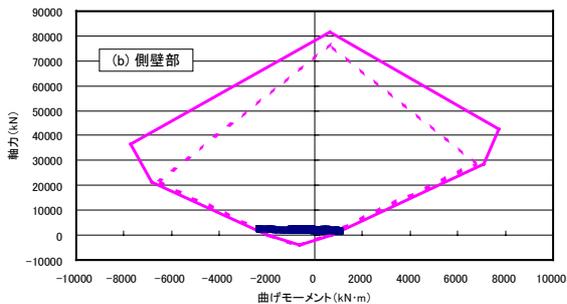
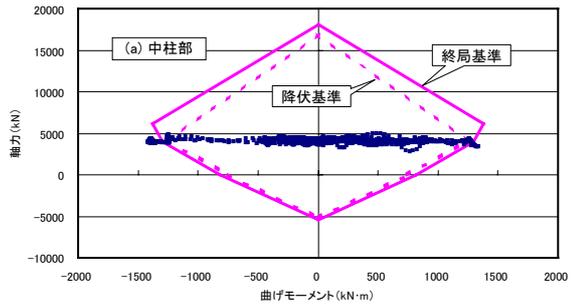


図-6 曲げモーメントMと軸力Nの相関