

地中構造物に対する鉛直地震動の影響

(株)奥村組 正会員 中村 敏晴, 栗本 雅裕, フェロー会員 竹内 幹雄
神戸市 正会員 水口 和彦, 佐保 千載

1. はじめに

筆者の一部は、中柱形式のボックスカルバートの横断方向耐震対策として、中柱の一端を滑り支承形式とする構造形式を提案した¹⁾。この滑り支承は地震時に上下に離れ、衝撃力が発生する懸念がある。そこで、地下鉄駅舎を対象として、鉛直地震動を考慮した地震応答解析をおこなった。本報告は、上記解析で得られた地中構造物に対する鉛直地震動の影響について述べるものである。

2. 解析対象構造物と解析方法

対象とした構造物は、図1に示す大開駅の一層二径間のラーメン構造である。地層構成および地盤定数は文献²⁾を参考に定めたものである。入力地震動は大塚等の文献³⁾を参考に、図2に示す鉛直動が卓越する神戸大学波を選定した。解析は直接積分法による非線形地震応答解析でおこなった。モデル境界は底面・側面とも粘性境界とし、地盤はせん断応力とひずみ()の関係 Ramberg・Osgood モデルで表現した平面ひずみ要素、構造物は曲げモーメントと曲率()の関係を武田モデルで表現した梁要素でモデル化した。

3. 解析結果

図3に中央上下床版間の相対水平変位が最大となる時刻(解析区間初期時刻より7.15秒)での、変形、曲率、断面力、土圧分布を示す。この時刻での中央上下床版間の相対鉛直変位は0.2mmとごく僅かであり、鉛直地震動の影響が小さいと考えられる。図3の各図も水平・鉛直動同時入力(HV入力)と水平動のみ入力(H入力)でほとんど差異が見られないことから、この時刻では、鉛直地震動の影響が小さいことがわかる。

図4に、HV入力の影響が比較的大きいと考えられる、中央上下床版間の鉛直相対変位が負側、すなわち距離が縮まる方向で最大となる時刻(解析区間初期時刻より6.43秒)で、先と同様の図を示す。この時刻の中央上下床版間の相対変位は、鉛直が-1.0mm、水平が0.6mmであり、水平方向にはほとんど変位していない。図4からは、HV入力の方がH入力に比べ、上下の床版の支間中央における変形が大きいことがわかる。上下床版の支間中央の相対変位は、HV入力時-4.5mm、H入力時-1.6mmである。これは、図4に示した地震時直土圧分布からわかるように、この時刻の構造物周囲からの直土圧は、H入力時にはほとんど作用しないが、HV入力した場合は地震時増分として常時土圧の0.3から0.7倍程度の値が作用することによる。(常時土圧、図5参照)これに伴い各部材の軸力は、HV入力した場合の方が、圧縮側に大きく増加している。加えて、曲率、曲げモーメントもHV入力の方が大きい。しかし、部材の曲率が大きくなっている隅角部においても、曲率は降伏前後の 10^{-3} (1/m)程度の値で、構造物にとって特に有害となるような領域での増加ではない。

図6に、中央上下床版間の鉛直相対変位が正側、すなわち距離が広がる方向で最大となる時刻(解析区間初期時刻より5.99秒)で曲げモーメントと地震時直土圧の分布を示す。この時刻において、HV入力した場合、構造物周囲から図4とは逆方向に直土圧が作用する。したがって、HV入力した場合の曲げモーメントは小さくなり、部材の応力が緩和される方向となる。

4. まとめ

今回の解析では水平地震動の影響が大きい時刻と、鉛直地震動の影響が大きい時刻が異なることから、構造部材に対する、鉛直地震動の影響は小さいとの結果になった。しかし、両時刻は接近することもあると考えられる。鉛直地震動の影響を適切に評価する方法としては動的な手法がよいと考えるが、入力地震動の選定については今後の課題である。

キーワード 地中構造物, 鉛直地震動, 非線形地震応答解析

連絡先 〒300-2612 茨城県つくば市大字大砂387 (株)奥村組技術研究所構造研究室 TEL 0298-65-1719

参考文献

- 1) 遠藤達巳, 坂上明, 竹内幹雄, 岩楯敞広: 耐震性向上構造形式を取り入れたボックスカルバートの载荷実験, 第24回地震工学研究発表会, 土木学会地震工学委員会, pp.805-808, 1997.7
- 2) 矢的照夫, 梅原俊夫, 青木一二三, 中村晋, 江寄順一, 末富岩雄: 兵庫県南部地震による神戸高速鉄道・大開駅の被害とその要因分析, 土木学会論文集, No.537/ -35, pp.303-320, 1996.4
- 3) 大塚久哲 [監修], 最新地中・基礎構造の耐震設計, 九州大学出版会, pp.92-109

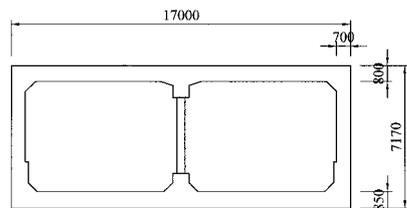
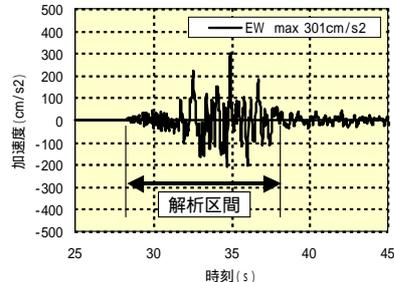
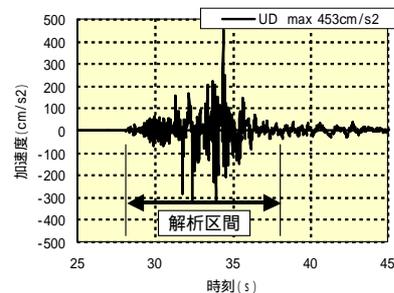


図1 大開駅構造図 (単位 mm)



(a) 水平動 EW



(b) 鉛直動 UD

図2 入力地震動時刻歴 (神戸大学波)

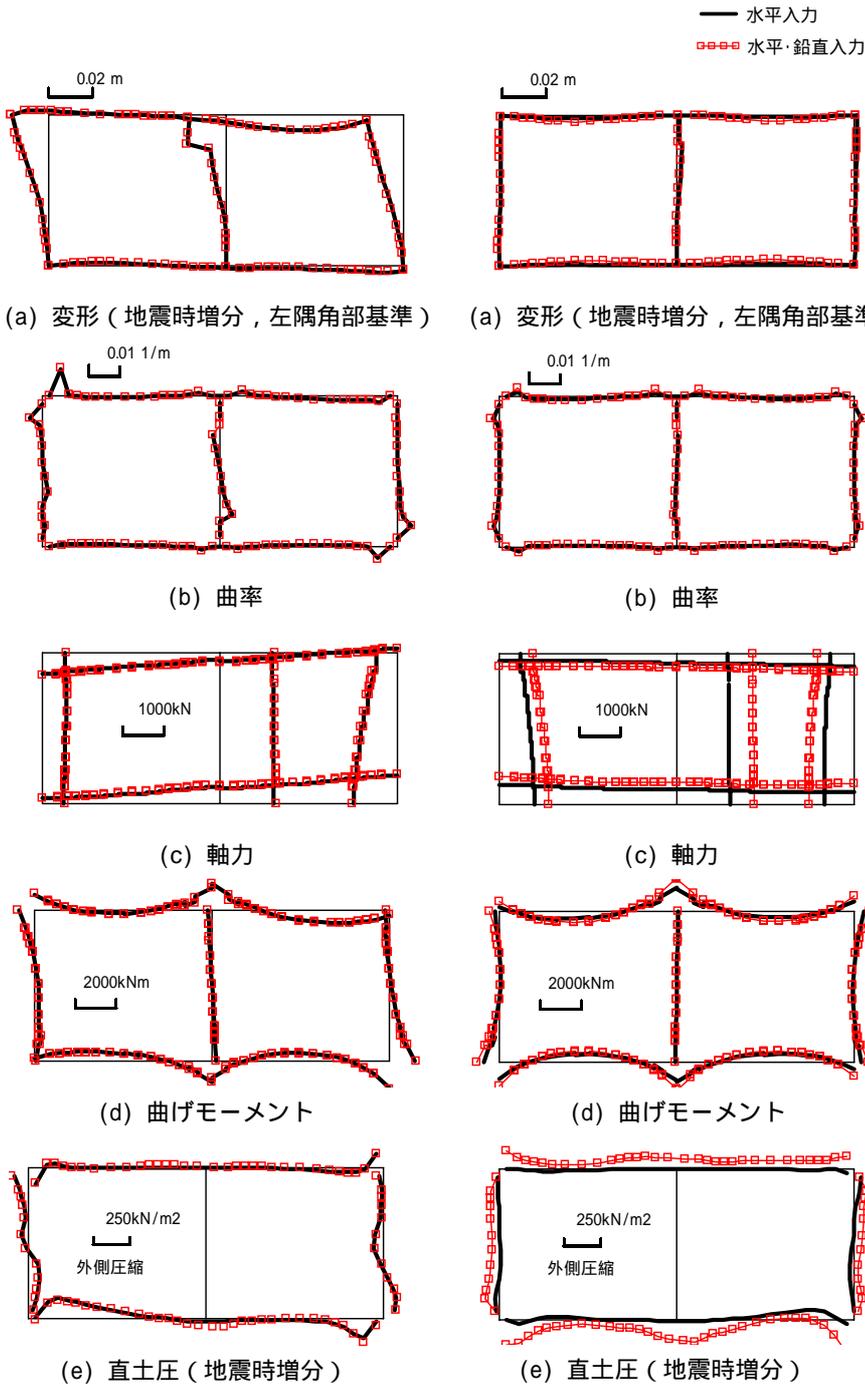


図3 変位・曲率・断面力・土圧分布 (上下床版間相対水平変位最大時)

図4 変位・曲率・断面力・土圧分布 (上下床版間相対鉛直変位負最大時)

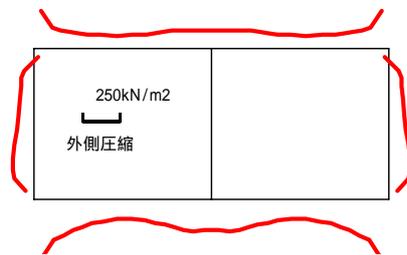
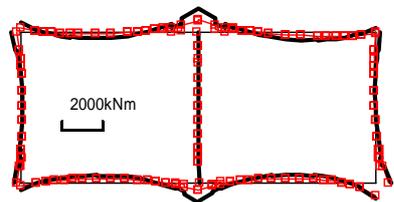
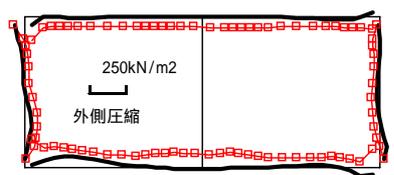


図5 常時土圧



(a) 曲げモーメント



(b) 直土圧 (地震時増分)

図6 断面力・土圧分布 (上下床版間相対鉛直変位正最大時)