

J R西日本コンサルタンツ 正会員 柏原 茂
 // 正会員 児玉 育雄
 // 藤塚 陽一
 西日本旅客鉄道株式会社 芦田 義文

1. はじめに

平成7年1月に発生した兵庫県南部地震は、JR西日本の鉄道構造物に甚大な被害をもたらした。鉄道構造物の復旧や耐震設計のあり方などについては、運輸省・鉄道施設耐震構造検討委員会から「鉄道新設構造物の耐震設計に係る当面の措置について」が提言され、この趣旨に沿って補強、耐震設計を実施している。現在、この委員会のもとに耐震基準検討小委員会が設けられ、新しい耐震設計標準の作成が進められている。

従来、特殊な構造以外のラーメン高架橋の構造解析では、計算を簡略化するため骨組みを線路方向と線路直角方向に分解した平面骨組みラーメンとして行ってきた。ところが、駅部高架橋では、①軌道階のスラブに大きな開口(ホーム下、階段部など)、②土間コンクリート、③桁下空間の有効利用に伴う壁の存在などがある。このような構造物の耐震性能を評価するには、従来の平面骨組み解析方法は必ずしも適切ではない場合がある。鉄道ラーメン高架橋におけるスラブおよび壁がその構造物の耐震性能にどの程度寄与しているかについて立体ラーメン解析を行うことによって把握することを試みた。

2. 立体解析と影響分析

(1) 解析概要

平面解析では1つのラーメン構造物を複数の平面骨組みに分割したモデルで行うが、立体解析は構造物を実際に近い形でモデル化するため、平面解析に比べより現実的な解析となる。この立体解析モデルを図-1に示す。検討ケースは図-2に示す4ケースとした。

この立体解析モデルでは、柱、梁は平面骨組みと同様に、断面積A、弾性係数E、断面2次モーメントIで評価した骨組み部材とした。上床スラブは板厚で評価し、土間コンクリートは固定に近い大きなバネ支持に置き換えた。さらに、壁はブレース置換とし柱との拘束は、ピン結合として解析した。

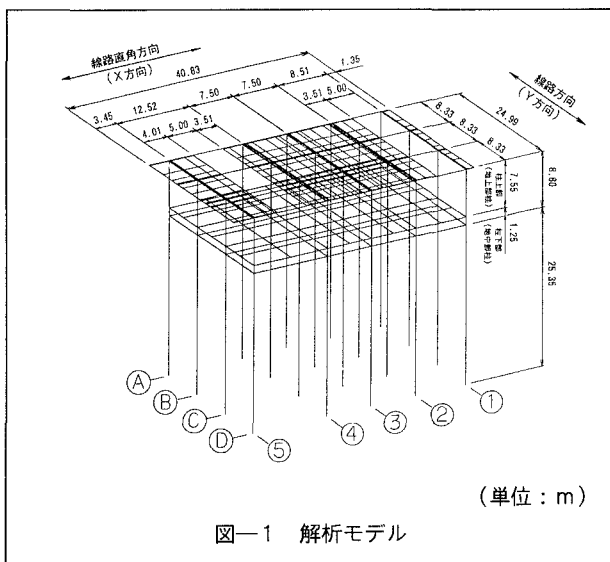


図-1 解析モデル

耐震性能は曲げ耐力、せん断耐力照査を行う

外に、①部材の破壊モード(曲げ破壊、せん断破壊)②変形性能(応答塑性率)③換算保有水平震度を照査する。ここでは、特に大規模地震時に壊滅的な崩壊を防止する観点から、柱部材の破壊モードに着目して行う。

(2) 解析結果

発生断面力は、変位に比例することから、変位の違いに着目した。

ケース1~ケース4において、線路方向及び線路直角方向にそれぞれ設計水平震度 $K_h=0.2$ を作用させた

キーワード：鉄道高架橋、鉄筋コンクリート、ビームスラブ式ラーメン、耐震壁、立体解析

連絡先：JR西日本コンサルタンツ(株) 技術部 藤塚 陽一 Tel 06-303-1446、Fax 06-303-3929

ときの各柱の水平変位を図一2に示す。この図で線路方向の水平力に対してはD列を、直角方向に対しては、⑤列の端柱上端の変位を示す。

(a) 線路方向に水平力を作用させた場合

・ケース1（壁がない場合）

全ての柱で10mm以上の変位が生じる。

・ケース2（外周に壁がある場合）

線路方向に壁がある柱は、1.5~2mm程度しか変位していないが、壁のない柱は、6mm前後の変位が生じる。

・ケース3

線路方向に壁のある柱は、1~3mm程度の変位が生じる。壁のない柱についても同程度の変位しか生じていないが、これは壁のない柱と壁のある柱がスラブで連結しているためと考えている。

・ケース4

線路方向に壁のない柱の変位が6~7mmと大きくなっている。線路方向に壁がケース3と同じ配置である柱の変位がケース3より大きくなっている。これは壁のない柱の影響が出ていると思われる。

(b) 線路直角方向に水平力を作用させた場合

・ケース1（壁がない場合）

全ての柱で15mm前後の変位が生じる。

・ケース2~ケース4

線路直角方向に壁のある柱は、3mm前後の変位が生じる。壁のない柱でも、壁のある柱とスラブで連結しているため同程度の変位しか生じない。

(c) 分析

ケース1とケース2~4を比較すれば明らかなように、水平力の作用方向に壁のある柱はもちろんのこと、壁のある柱とスラブで連結している壁のない柱でも同程度の効果が出ている。

これらから、上床スラブの有無、壁の配置方法が耐震性能に影響を与えていることが分かる。すなわち、耐震性能を向上するには、上床スラブの開口部の閉合及びブレース効果の期待できる耐震壁の設置が有効と思われる。

(3) 柱の耐力

ケース1の柱のせん断耐力は小さく、全てせん断破壊先行型の柱となっている。ケース2~ケース4の柱では、水平力の作用方向に壁のある柱およびそれとスラブで連結している壁のない柱は曲げ破壊先行型、もしくはせん断破壊先行型ではあるがせん断耐力が大きい柱であった。

3. おわりに

立体解析により、平面解析では評価できなかった床スラブの有無や直交する壁の影響を把握することができた。しかしながら、解析結果の数値の取り扱いなど、細部については、検討すべき課題が残っている。今後は、これらの課題を解決し、駅部高架橋の合理的な解析手法への展開を考えている。

<参考文献>

- ①鉄道建造物等設計標準コンクリート構造物、②新設構造物の当面の耐震設計に関する参考資料 鉄道総合技術研究所
- ③コンクリート標準示方書 耐震設計編 土木学会
- ④既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハト`ブック 日本コンクリート工学協会

