

鉄道ラーメン高架橋の柱間に設置された壁の有無による耐震診断検討

阪急設計コンサルタント(株)

正会員

○岡重 嘉泰

阪急設計コンサルタント(株)

山之内 武史

阪急設計コンサルタント(株)

山川 駿

1. はじめに

本報告は、既存の鉄道ラーメン高架橋について、一部の柱間に設置された壁部材の有無によって、ラーメン高架橋の耐震性能がどのように変化するのかを、3次元時刻歴応答解析を用いて検証したものである。

2. 解析の目的

解析対象の構造物は、フラットスラブ、RC柱、RC梁、SRC柱、SRC梁といった様々な部材を有する線路方向4径間、線路直角方向4径間（一部5径間）のラーメン高架橋である（図-1、図-2 参照）。図-3 のように端部（P7 通りおよびP11 通り）の線路直角方向、ならびにB通りとD通りの線路方向（RC柱とSRC柱との間）にはRC構造の壁が設置されている。このうち、線路方向壁（図-3 の青箇所）がある場合（壁撤去前）とない場合（壁撤去後）の2 ケースについて耐震性能照査を行った。構造が複雑であること、地震時の挙動を正確に把握することを考慮して、解析手法は3次元の時刻歴応答解析を採用した。

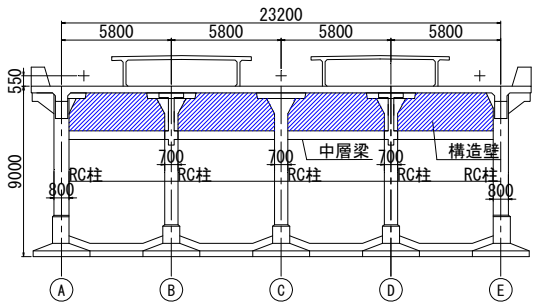


図-1 一般図 P7、P11 通り(RC 部)

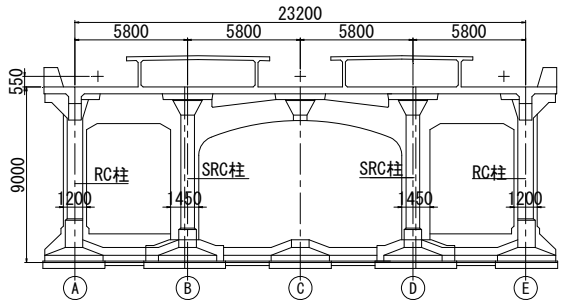


図-2 一般図 P8～P10 通り(SRC 部)

図-3 解析モデル

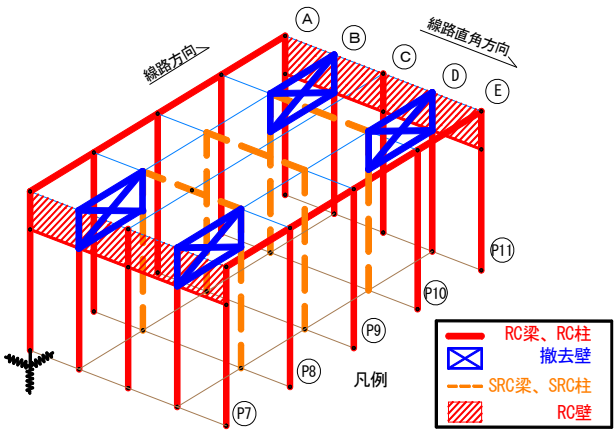


表-1 各部材考え方

部材	部材評価	線形又は非線形特性	せん断スパン	軸方向鉄筋の抜出し	軸力変動
フラットスラブ	棒部材	線形関係	—	非考慮	非考慮
RC柱	棒部材	M-θ 関係	柱基部～壁下面	考慮	考慮
RC梁	棒部材	M-φ 関係	—	非考慮	非考慮
SRC柱	棒部材	M-φ 関係	—	考慮	考慮
SRC梁	棒部材	M-φ 関係	—	杭頭部のみ考慮	非考慮
壁	トラス部材	線形関係	—	非考慮	非考慮

3. 解析条件

表-1 に各解析部材の考え方を示す。まず壁が存在する部分の柱については、壁が無い柱箇所と比べ、剛性が高く破壊しない事が想定される為、線形の梁要素にモデル化した。また壁が存在する部分の上層梁（フラットスラブ）については、上層梁が壁面内側方向に変形する事を防ぐ為、剛部材としてモデル化した。

キーワード 鉄道 3次元解析 SRC 構造 耐震診断 ラーメン構造

連絡先 〒530-0012 大阪府大阪市北区芝田1-4-8 北阪急ビル 阪急設計コンサルタント(株) TEL06-6359-2756

一方、フーチングは線路方向と線路直角方向、鉛直方向に線部材として設定し、鉛直方向部材下端に鉛直ばね、水平ばねを設定した。なお、地中梁はフーチングと比べ形状が小さいため、地盤ばねは設定しないことにした。

4. 入力地震動

本解析では、対象構造物の基礎形式が直接基礎形式であり、N 値 50 以上の支持地盤上に構築されていることから、フーチング下の支持層を基盤として設定し、フーチング下端に地震動地表面波を入力する形で解析を行った。

5. 解析結果

1) 壁撤去前の線路方向解析結果

本件では、線路方向の壁を撤去した際の耐震性の変化が大きい線路方向の解析結果について報告する。線路方向の解析結果を表-2 に示す。結果としては、線路方向壁撤去前の柱部材の応答値（回転角）については、剛性の高い SRC 柱を有し、線路方向に壁が設置されている B 通りの各柱に大きな応答値が発生していることが分かる。これは、上部工荷重の違いによるところもあるが、壁を有した箇所（剛性の高い箇所）に応力が集中した可能性が高いと考えられる。なお、せん断に関しては RC 柱、SRC 柱とも許容耐力以下であった。

表-2 解析結果(線路方向)

		RC構造部				SRC構造部			
		RC柱				RC柱		SRC柱	
		A通り		B通り		A通り		B通り	
		上端	下端	上端	下端	上端	下端	上端	下端
壁撤去前 解析結果	Vd/Vyd(せん断耐力)	0.374	0.492	0.427	0.498	0.258	0.4	0.978	0.843
	応答値 $\theta d(rad)10^4$	-17.3	-0.6	-30.4	-47.7	-21.9	-1.4	-1	-33.2
壁撤去後 解析結果	Vd/Vyd(せん断耐力)	0.393	0.511	0.351	0.422	0.271	0.426	0.967	0.86
	応答値 $\theta d(rad)10^4$	-18.5	-0.6	-19.2	-44.4	-23.1	-1.5	-1.2	-35.7
結果比較 (撤去後—撤去前)	Vd/Vyd(せん断耐力)	0.019	0.019	-0.076	-0.076	0.013	0.026	-0.011	0.017
	応答値 $\theta d(rad)10^4$	1.2	0	-11.2	-3.3	1.2	0.1	0.2	2.5

2) 壁撤去後の線路方向解析結果

まず、壁の設置されていない A 通りについては応答値に大きな変化は見られない。一方、壁の前後に位置する B 通りの柱については、壁撤去後に応答値が変化していることが分かる。特に B 通りの RC 柱の応答値が明らかに小さくなっていることが分かる。これは、線路方向、線路直角方向とも壁を有する B 通りの RC 柱（端部ラーメン）に集中していた応力が、壁を撤去することによって周辺の柱に分散されたものと考えられる。B 通りの SRC 柱をはじめ周囲の柱の応答値は全て増加傾向にあるが、その増加量はわずかであることから、今回の場合では、壁をなくすことによって応答値はバランスよく分散されたと言える。

ここで、今回のケースでは壁が柱の上方部分のみであったこともあり、応答値の変化はそれほど大きなものではなかった。そこで、前述の解析結果の妥当性を検証するため、壁の剛性を高くする形で再計算を行った。その結果、前述の傾向はさらに顕著になることがわかった。以上の結果から、今回の解析結果で得られた、壁を有する部分に応力が流れるという傾向が妥当な結果であることが確認できた。

6. まとめ

今回、RC 柱と SRC 柱間に設置された RC 壁の有無によるラーメン高架橋の耐震性能の変化について検証を行った結果、線路方向の壁を撤去した場合、周辺が壁に囲まれていた端部の RC 柱側の応力が減少し、逆に周辺の柱の応答値がわずかではあるが増加する傾向が見られた。今回は、壁を撤去することによって応答値が増加する周辺の柱に余力があったことから、壁撤去時の補強は不要という結果となったが、逆のケースも考えられる。このように柱間の壁の有無によって耐震性能は複雑に変化するため、壁の撤去や新設などを計画する場合には、今回同様 3 次元時刻歴応答解析を行って地震時の挙動を正確に把握することが重要と考えられる。

参考文献 1) 鉄道総研：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計, 2012. 9 2) 鉄道総研：鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物, 2012. 1 3) 鉄道総研：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物, 2004. 4