道路橋脚上に建設された鉄道橋梁の3次元動的解析

大 市 交 正会員 森川 一弘 阪 诵 局 財団法人大阪市交通事業振興公社 正会員 〇橋本 昭雄 中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 畔取 良典 中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 耕輔 室谷

1. はじめに

大阪市営地下鉄第4号線朝潮橋駅~大阪港駅間にある天保山運河高架橋(以下,千舟橋と呼称)は,道路橋 脚天端の中央部に地下鉄専用橋脚を設置した,道路橋梁と鉄道橋梁の複合橋梁である.本検討は,3次元動的 解析を用いて複合橋梁である千舟橋の鉄道橋梁部の耐震性検討を行ったものである.なお,本検討では,支承 部や基礎の照査,地盤の影響などの検討を行っているが,ここでは,動的解析の結果について報告する.

2. 橋梁の構造概要

千舟橋の一般形状を図-1,2 に示す.千船橋の鉄道橋梁部は3 径間 72m のゲルバー形式の鋼製桁と道路橋脚 上に設置された鋼製の鉄道橋脚および RC 立体ラーメン橋台からなる.鉄道橋脚の上下端はヒンジ構造で道路 橋脚には鉄道橋梁の水平力を伝えない構造になっており,ラーメン橋台の柱は耐震補強として鋼板巻きを施し ている.一方,道路橋梁部は,3 径間のゲルバー形式の桁2本と2 基の橋脚,橋台からなる.このうち,道路 橋脚は橋軸直角方向の幅が約 40m で,左右には道路桁,中央部には4本の鉄道橋脚を支持している.また,耐 震補強として橋脚の増し打ち,木杭から鋼管矢板基礎への受け替えを行っている.



検討は,橋梁全体系としての地震時挙動 を把握するために,鉄道橋梁部,道路橋梁 部をすべて3次元でモデル化した動的解析

(解析コード:TDAPⅢ)により行う.なお, 橋台,橋脚の基礎については,別途実施し た静的非線形解析より得られる荷重と変位 の関係から支持ばねに置換する.検討結果 については,鉄道橋脚のヒンジ部の変形(回 転角),鉄道桁の移動量(落橋または橋台へ



鉄道桁

の衝突),鉄道橋台の損傷程度について確認し,鉄道橋梁部の耐震性の照査を行う.

4. 検討モデル

キーワード 橋梁の耐震,鉄道橋梁,3次元動的解析

連絡先 〒550-0025 大阪市西区九条南 2-34-3 (財)大阪市交通事業振興公社 TEL06-6581-9579

検討モデルを図-3 に示す.鉄道,道路それぞれの橋脚,橋台は線材でモデル化する.道路橋脚,橋台については別途実施した静的非線形解析の結果より,降伏震度が0.9程度であることを確認しているため,ここでは線形部材として評価する.鉄道橋脚は上下端がヒンジ構造であり,曲げモーメントが作用しないため,線形部材として評価する.鉄道橋台は RC 部材であるため、参考文献で提案しているテトラリニア型の非線形特性を設定する.また,当該地盤は,N値1程度の粘性土が30m程度,N値5程度の砂質土が10m程度堆積する非常に軟弱な地盤であり,地盤の固有周期は約2.0sec程度である.入力地震動としてのL2地震動は,この地盤特性を考慮し、参考文献に示すスペクトルI地震動(最大加速度315.8gal)を用いる.部材の減衰率は、固有値解析結果(表-1)の卓越振動数における減衰を概ねフィッティングさせたレーリー減衰を設定する.



表一1 固有值解析結果

次	振動数	周期	刺激係数			減衰率
数	(Hz)	(sec)	橋軸	直角	鉛直	(%)
1	1.08	0.92	87.8	6.1	0.0	20.0
2	1.28	0.78	0.0	-106.6	0.0	19.9
3	1.55	0.65	-0.1	0.0	0.0	20.0
4	1.55	0.65	-1.3	23.4	0.0	6.8
5	1.55	0.64	-61.4	8.8	0.0	20.0
6	1.91	0.52	-25.6	-1.1	0.2	17.3
7	2.07	0.48	0.0	0.1	0.0	12.1
8	2.15	0.47	-23.4	-0.9	0.3	18.0
9	2.43	0.41	0.4	0.9	-2.1	16.6
10	2.82	0.35	-0.5	22.3	0.1	12.5

5. 検討結果

橋梁全体の橋軸方向変形図および桁の支承位置での相対変位を図-4,鉄道橋脚の上下端における最大相対回 転角を表-2 に示す.なお,許容回転角については,ヒンジ部の遊間が0になるときの回転角から導いた数値 である.可動支承側における鋼製桁の橋軸方向相対変位量は38.3mmであり,橋台桁座との相対変位量は17mm である.桁座の幅は約1m,桁と橋台との遊間は40mmあるため,鉄道桁の落橋,橋台への衝突は生じないと考 えられる.また,鉄道橋脚ヒンジ部の最大相対回転角1.141°(橋軸方向)は,許容値以内であることから, ヒンジ部の脱落は生じないと考えられる.鉄道橋台の曲率およびせん断の照査結果を表-3に示す.鉄道橋台 の RC 部材の最大応答曲率は,許容値以内である.また,最大せん断力についても許容値以内であった.



表-2	鉄道橋脚の最大相対回転角
10, 2	

-			最大相対 回転角①	許容 回転角②	1/2
	橋軸	上端	1.079°	2.050°	0.526
	方向	下端	1.141°	1.640°	0.696
	橋軸	上端	0.345°	2.050°	0.168
	直角	下端	0.351°	1.640°	0.214

表-3 鉄道橋台の照査結果

		解析結果①	許容値②	1/2
曲率	柱	0.00133/m	0.00260/m	0.512
照査	梁	0.00093/m	0.00171/m	0.544
せん断	柱	755.1kN	1893.3kN	0.399
照査	梁	1822.3kN	2131.8kN	0.855

6. まとめ

以上のように、千舟橋は鉄道桁の落橋や橋台への衝突、鉄道橋脚のヒンジ部の脱落、鉄道橋台の許容曲率を 超える損傷およびせん断破壊は生じないことが確認できた.この理由としては、1)当該地盤が非常に軟弱なた め、地震動の卓越周期は0.85~2.5secであり、構造物の卓越周期と異なったこと.2)鉄道桁と道路橋脚の地 震時における相互作用を鉄道橋脚のヒンジ部が吸収し、鉄道橋梁、道路橋梁は、それぞれの影響を受けること なく挙動したこと.3)道路橋脚は杭基礎の受け替えおよび橋脚の増し打ち、鉄道橋台は柱部の鋼板巻きによる 耐震補強を施したためだと考えられる.

-参考文献-

(財)鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計, 1999.11