

I - B116 桁衝突がフレキシブル橋脚を有する橋台固定式橋梁の地震応答に与える影響

建設技術研究所 技術第四部	正員	尾崎 健博*
同上	正員	土田 貴之*
日本道路公団 東京第三管理局	正員	金子 恵二**
同上	正員	上田 卓司**
岩手大学 工学部	正員	岩崎 正二***

1. 目的

山岳地では主に施工条件や経済性などの理由から橋台固定式橋梁が多く建設された。橋台固定式橋梁は、高さが低い橋台の支承境界条件を固定とし、上部構造と橋脚はヒンジ結合、橋脚とワーキングと固定結合とした構造形式である。そのため、上部構造の全重量と橋脚重量の一部による橋軸方向の水平力は橋台が負担することになる。本形式は非常にスレンダーなフレキシブル橋脚の採用が可能となることに特徴がある。大地震時には水平慣性力は橋台に集中することから橋台の固定支承が損傷する可能性がある。本研究はフレキシブル橋脚を有する橋台固定式橋梁に対して、大地震によって橋台の固定支承が損傷した場合の構造系の変化の過程および橋台への桁衝突が地震応答に与える影響を検討するものである。

2. 対象橋梁と解析手法

対象橋梁は、図-1に示すように橋長307.0(m)、橋脚高24.8~33.6(m)の2×3径間連続鋼トラス橋である。通過車両による騒音・振動の低減を目的としてP3橋脚上のトラス上弦材および床版を連続化することから本モデルは上部構造を連続した梁にモデル化する。また、大地震による橋台の支承の損傷を考慮して支承境界条件を①固定、②可動、③衝突を考慮したバネモデルとして動的解析を実施し大地震時の構造系の変化および橋台桁の衝突が地震応答解析に与える影響を検討する。動的解析は橋軸方向に関して橋脚の材料非線形性を考慮した直接積分法を用いる。入力地震波は兵庫県南部地震で観測された神戸海洋気象台水平N-S成分(最大加速度:818gal)を用いる。また、橋脚の材料非線形性は「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係わる仕様」の準用に関する資料(案)¹⁾により算出し復元力特性は剛性劣化型トリリニアを用いる。図-2に③衝突を考慮したバネモデルの橋台での水平反力と水平変位の関係を示す。なお、本モデルでは桁遊間は10(cm)とし、衝突後のバネ剛性を100,000(tf/m)として解析を行う。橋脚の損傷は非線形動的解析から得られた曲げモーメントとせん断力の最大応答値とそれぞれの耐力を照査するものとする。

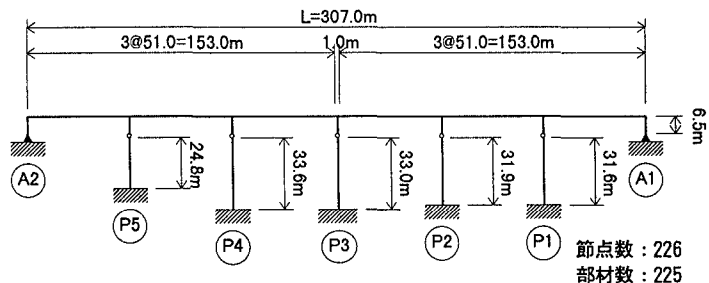


図-1 解析モデル図(橋台の支承境界条件が固定の場合)

動的解析は橋軸方向に関して橋脚の材料非線形性を考慮した直接積分法を用いる。入力地震波は兵庫県南部地震で観測された神戸海洋気象台水平N-S成分(最大加速度:818gal)を用いる。また、橋脚の材料非線形性は「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係わる仕様」の準用に関する資料(案)¹⁾により算出し復元力特性は剛性劣化型トリリニアを用いる。図-2に③衝突を考慮したバネモデルの橋台での水平反力と水平変位の関係を示す。なお、本モデルでは桁遊間は10(cm)とし、衝突後のバネ剛性を100,000(tf/m)として解析を行う。橋脚の損傷は非線形動的解析から得られた曲げモーメントとせん断力の最大応答値とそれぞれの耐力を照査するものとする。

3. 解析結果と考察

橋台での支承境界条件を①固定、②可動、③衝突を考慮したバネモデルの3種類で非線形動的解析を実施した結果を表-1に示す。解析の結果、橋台の支承境界条件が固定

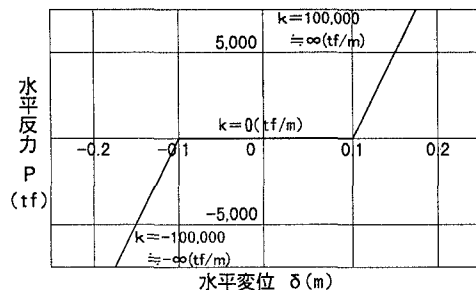


図-2 衝突を考慮した桁端部バネモデル

keyword: フレキシブル橋脚, 橋台固定式橋梁, 非線形動的解析, 桁衝突

** 〒103 東京都中央区日本橋本町 4-9-11 TEL 03-3668-0451 FAX 03-5695-1885
 ** 〒192 東京都八王子市宇津木町 231 TEL 0426-91-1171 FAX 0426-91-8379
 *** 〒020 岩手県盛岡市上田 4-3-5 TEL 0196-21-6436 FAX 019-621-6460

では支承アンカーに作用する地震時の水平反力が 2771(tf)となり固定支承は損傷するものと考えられる。橋台の支承境界条件が可動では、周期が 1.92 秒と長周期になり上部構造の最大応答変位は 38(cm)となる。衝突を考慮したバネモデルでは上部構造の最大応答加速度は瞬間的に 7,819(gal)と過大になり脚基部のせん断力が過大となる。図-3に衝突によって瞬間的に卓越する上部構造端部の応答加速度を示す。この卓越する1回の衝突に要する時間は 0.04(sec)程度と極わめてわずか

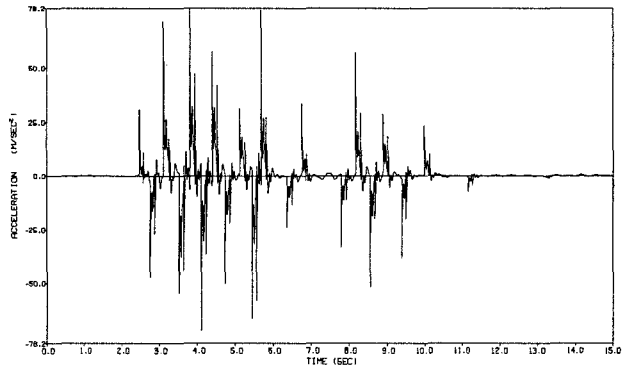


図-3 桁端部の衝突を考慮した上部構造の応答加速度

であり、衝突による加速度応答は上部構造端部で最大となる。この上部構造の最大応答は橋台の端部拘束条件が固定のときの 2203(gal)と比較して 365(%)に相当するものである。また、桁端部が橋台に衝突することによって P 3 橋脚基部の最大応答曲げモーメントは 3119(tf・m)と橋台の支承条件が固定の条件のよりも小さくなるものの、最大応答せん断力は 444(tf・m)と固定の条件よりも大きくなる。この最大応答せん断力は橋台の支承境界条件が固定のときの 356(tf・m)と比較して 125(%)に相当するものである。

表-1 各モデルの非線形動的解析結果

橋台 支承条件	固有周期 (sec)	上部構造 加速度 (gal)	上部構造 速度 (kine)	橋台支点 水平反力 (tf)	橋台支点 水平変位 (cm)	P 3 基部 曲げモーメント (tf・m)	P 3 基部 せん断力 (tf)
①固定	0.53	2203	0	2771	0	3367 (P3)	356 (P3)
②可動	1.92	310	122	0	38	2997 (P3)	207 (P3)
③衝突	-	7819	180	5045	15	3119 (P3)	444 (P3)

4. 構造系の変化と地震応答

動的解析の結果から、本モデルは大地震時に次のような構造系の変化が予測され、この構造系の変化に伴って地震応答も変化すると考えられる。①橋台の固定支承のせん断耐力に対して地震時の水平反力がと過大となり支承が損傷する。②支承が損傷し構造系が可動の支承境界条件のように変化し構造物の固有周期が長周期化する。③上部構造が桁遊間より大きな変位を起こし上部構造端部が橋台胸壁に衝突する。④橋台への衝突によって上部構造の応答加速度は瞬間的に卓越し橋脚のせん断応答が増加する。

5. まとめ

本モデルに対して、橋台の支承境界条件を固定、可動、衝突を考慮したバネモデルの3種類のモデルを用いて非線形動的解析を実施した結果、橋台の支承境界条件は大地震による支承の損傷によって固定から可動さらに衝突というように変化し、この変化に伴って橋全体の構造系が変化するものと考えられる。衝突に関しては、1回の衝突に要する時間は 0.04(sec)程度と極わずかである。橋台での支承境界条件が固定のときと比較して衝突を考慮した場合の上部構造の最大応答加速度が 3.7 倍になったものの、橋脚基部の最大応答曲げモーメントは極わずかに低下し、最大応答せん断力は 1.25 倍程度と比較的小さな増加を示すことが明らかになった。本研究で対象としたような橋梁形式の耐震性をさらに向上するためには、大地震による構造系の変化を防止するために橋台の固定支承を補強するよりも、施工性などを考慮するとむしろ大地震によって構造系が変化した事後対策を施すことによって橋全体としての耐震性を向上させることが有用であると考えられる。事後対策としては桁と橋台の間に衝突緩衝装置を設置する方法などが考えられる。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会, 「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係わる仕様」の準用に関する資料(案), 1995.7