3径間連続桁の上下部工一体モデルの3次元動的解析に関する一考察

阪急設計コンサルタント(株)	正会員	ОЩП	武志
阪急設計コンサルタント(株)		守本	絵美子

1. はじめに

本解析は、河川に架かる鉄道橋梁の3径間連続 PC 箱型桁と橋脚について、上下部工を一体でモデル化した3次 元時刻歴応答解析を行うものである.地震時において PC 箱型桁の面外方向の応力照査や上部工で一体となった固 有周期が異なる各橋脚の応答値を精緻に求めるために、上部工・下部工・地盤を一連でモデル化して解析を実施し



2. 解析手法の目的

本解析を行う目的は、①PC 箱型桁と各橋脚の上下部工間に設置したダンパーストッパーに作用する L2 地震時の 地震時水平力の分担率の検討を行うこと、②地盤種別が河川外(G3 地盤)、河川内(G2 地盤)で異なることによる 下部工への影響について検証を行うこと、③上部工で一体化された橋脚高さが各々で異なるため、固有周期の差に よる下部工への影響について検証を行うこと、④線路直角方向に地震動を作用させたとき、各橋脚の位相差により PC 連続箱型桁の面外方向に応力が発生した際の断面照査を行うことである.

3. 解析モデル

河川橋梁部の3径間連続 PC 箱型桁,河川内の鋼管矢板井筒基礎を有する RC 橋脚(P1, P2),河川外の場所打ち杭を有する RC 橋脚(P1, P4)について,上部工を下部工を一体でモデル化した3次元時刻歴応答解析を行う.(図-2)

4. 解析条件

上部工は1本棒の線部材としてモデル化し,橋 脚躯体及び杭は非線形を考慮した線部材としてモ デル化を行う.なお,平面的な杭配置による影響を 考慮するため,杭を1本毎にモデル化する.ダンパ ーストッパーは,下部工の剛性をダンパーストッ パーに反映させるため,線路方向、線路直角方向と もに剛バネでモデル化する.また,地盤のモデル化 については,自由地盤の影響を簡易に考慮できる ペンゼンモデルを用いる.自由地盤間の地盤バネ については, R-0モデルを適用する.

Bor NO.8 (G3 HBS) Bor NO.H13-12 (G2 HBS) Bor

5. 入力地震動

図-3 に、本解析に用いる入力地震動である耐震標準 L2 地震動スペクトルIIG1 基盤波形を示す.スペクトル

図-2 解析モデルイメージ

キーワード 動的解析 3次元解析 影響検討 連続桁 鋼管矢板井筒基礎 連絡先 〒530-0012 大阪府大阪市北区芝田1丁目4番8号北阪急ビル 阪急設計コンサルタント(株) TEL06-6359-2755 Iについては、固有値解析の結果、一次モード において線路方向が 0.797 秒、直角方向が 0.784 秒と小さく、長周期の影響は無いことか ら検討は行わない.

6. 解析結果

1)線路直角方向における橋脚天端の変位量

各橋脚天端の変位量の時刻歴応答を図-4 に示 す. P1, P4 橋脚は変位量が大きく, P2, P3 橋脚の 変位量が小さい結果となっている.一方,橋脚天 端と杭頭変位量の相対変位量は, P2, P3 橋脚が大 きかった.これは, P1, P4 橋脚は杭長が長いが柱 高さが低く, P2, P3 橋脚は杭長が短いが柱高さが 高いことが起因している.時刻歴応答解析では, ペンゼンモデルにより地盤の非線形性を考慮し ているため,地盤の変位量が大きくなり,杭長の 長い P1, P4 橋脚天端の変位量が大きくなったも のと考えられる.



 変位波形

 ーP1天端
 ーP2天端

 ーP3天端
 ーP4天端





2) PC 箱型桁面外方向の照査

図-4 より,各橋脚天端の変位量が大きいときに相対変位量も大きくなっており、13.2 秒前後が最大となっている。3 径間連続 PC 桁の面外方向に大きなモーメントやせん断力が発生する原因として、各橋脚間の相対変位量が影響している。図-5 に上部工に最大断面力が発生する時刻 13.17 秒時の曲げモーメント図を示す.線路直角方向の解析を行った結果,上部工の面外に大きな断面力が発生することがわかり,PC 箱型桁断面で照査を行い,一部帯鉄筋を追加する必要が生じたが,3 径間連続 PC 箱型桁の部材断面,構造形式を変更するまでには至らなかった.



3) ダンパーストッパーの適用について

ダンパーストッパーは、常時には粘性体が可動するが地震時には固定となるため、上下部を繋ぐ剛バネでモデル化している.3径間連続PC 箱型桁のP2,P3 橋脚は河川内にあり、橋脚の柱高さは起点方からP1 橋脚11m,P2 橋脚16.4m,P3 橋脚15.1m,P4 橋脚7.8m と変化が大きい.線路方向においては、各橋脚に作用する水平力は柱高さの一番低い終点方のP4 橋脚に集中し、P1>P3>P2 の順に水平力が小さくなっていく.P1 の線路直角方向の躯体幅を5mから7.2mに拡げ、P1 に水平力が集まるように柱の剛性を上げる対策を行ったが、P4 に作用する水平力は2%しか減少しなかった.また、P2,P3 橋脚の躯体幅を拡げ、剛性を大きくすることも考えられたが、河積阻害率から躯体幅の上限値が決まっており対処できなかった.以上のことから、柱高さの変化が富む箇所でダンパーストッパーを用いた解析を行うと、必然的に柱高さが低くて剛性の高い橋脚に水平力が偏るが、3径間連続PC 箱型桁の一般的な支承条件である1支点固定、3支点可動のケースに比べると、ダンパーストッパーの方が下部工の剛性に応じて水平力を分散することができ、合理的な設計が可能となったと考える.

(IIII) d: 400

300

7.まとめ

構造の異なる橋脚に設置される連続桁の三次元動的解析を行うことにより、下部工に発生する応力が精緻に算定できる だけでなく、上部工に発生する面外応力についても照査することができた.解析ツールが高度化してきた近年、積極的に 三次元解析を実施することで、経済的かつ安全性の高い構造物を設計するとことが可能であると考える.

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