曲線桁橋の地震時支承反力に関する基礎的検討

九州大学大学院工学府	学生会員	山内春絵
九州大学大学院工学研究院	フェロー	大塚久哲

<u>1. はじめに</u>

2005年福岡県西方沖地震の際,4径間連続曲線1箱桁橋の鋼支承が壊れるという被害が発生した.当該橋梁では1支 承線に2個の支承を配していた.図-1に破壊した内曲側の支承を,図-2に支承破壊位置を示す.ピンの破壊状況から, 法線方向の力によってピンのくびれ部が引張破壊したものと思われる.本研究では,直線橋と3種類の曲率をもつ曲線 橋に関して桁と支承をモデル化して,線形時刻歴応答解析を行い,主桁の曲率や支承の種類が支承反力や桁の断面力に 与える影響に関して基礎的検討を行った.

2. 解析モデルおよび解析手法

(1)対象橋梁の概要

本研究で対象とした曲線橋は,一般的な曲線橋梁を参考 に作成した3径間連続鋼床版箱桁橋である.橋長は150m, 支間割りは50m+50m+50mである.表-1に主桁諸元を示す. (2)解析モデル及び解析条件の設定

図 -3 に解析モデルを示す.主桁は梁要素で,支承はば ね要素でモデル化を行った支承は桁から橋直方向にはり だした剛梁にとりつけ,支承ばねの下端を固定として,桁 と支承からなる構造とした地盤は 種地盤を想定してお り,減衰はRayleigh減衰を用いた.入力地震動は道路橋 示方書に記載されている標準波,Type211である.X軸の 負方向,Y軸の正方向に最大加速度812.020galを単独に 入力した鉛直加震は神戸海洋気象台の鉛直方向観測波を 用いた.解析手法はNewmark 法(=0.25)による直接積 分法を用いた.積分時間間隔は0.01秒であり,応答解析 時間は30秒である.

(3)解析ケース

本研究においては直線橋と,曲線橋(円弧)の交角を30 度,60度,90度とした3種類の曲線橋の合計4通りの橋 梁に対し解析を行った.また,支承は図-4に示す4通り のモデル化を行った.Cace1は4箇所の支承のうち1つ(P3) を固定支承とし,残りを主桁の接線方向に可動としたも の,Case2も同様にP3を固定支承とし,残りの支承を固 定支承と当該支承を結ぶ直線の方向に可動としたものであ る.Case3は地震時水平力分散構造をイメージしたゴム支 承でX軸方向およびY軸方向に可動としたもの,Case4は Case3と同様で,可動方向を接線方向および法線方向とし たモデルである.表-2に支承のばね定数を示す.

<u>3. 解析結果</u>

(1)固有値解析結果

表-3に各橋梁の固有値解析結果を示す Case1とCase2, Case3とCase4は同じ値となった.また,交角が大きくな

るに従ってCase1,2では固有周期が若干長くなり,Case3,4では短くなっている.

(2)自重解析結果

図 -5 は支承の番号を示す.図 -6 に自重解 析(等分布荷重W=29.7kN/m)を行った際の支承



表 -2 支承ばね定数

ς.								
`	Case1	ばね定数 (kN/m)	Case2	ばね定数 (kN/m)	Case3	ばね定数 (kN/m)	Case4	ばね定数 (kN/m)
	接線方向 (固定支承)	1×10^{-2} (1 × 10 ⁸)	固定支承の方向 (固定支承)	1 × 10 ⁻² (1 × 10 ⁸)	X軸方向	4 × 10 ⁴	接線方向	4 × 10 ⁴
解	法線方向	1 × 10 ⁸	固定支承の方向 に対し直角の方	1 × 10 ⁸	Y軸方向	4 × 10 ⁴	法線方向	4 × 10 ⁴
承	鉛直方向	1 × 10 ⁸	鉛直方向	1 × 10 ⁸	鉛直方向	1 × 10 ¹⁰	鉛直方向	1 × 10 ¹⁰

鉛直方向反力(上向きが負)を示している.Case1~4に変 化は見られなかったことから、支承の条件ではなく橋梁の 形状によって死荷重反力が決まることがわかる.両端に比 べ,中央の4つの支承で大きな力を受け持っており,この 値は交角が大きくなるにつれ,特に内曲側支承において若 干大きくなっている.両端の支承に関しては,交角が大き くなるに従って内側と外側の支承の反力の差が大きくなっ ている.CaseDでは外側の支承反力が内側の約4倍となり, 桁を外側へねじる力が大きく働いていることがわかる. (3)時刻歴応答解析結果 0.00E+00

図 -7 に鉛直方向加震時の鉛直支承反力 を自重による反力とたし合わせた値で示 🔮 す 全ての支承で浮上り方向の反力を生じ ることがわかる.図-8にY軸方向加震時 の支承反力を Case1 および Case4 に対し て示す、橋軸方向応答は正が圧縮、負が引 張で橋直方向応答は正が外曲向き,負が内 曲向きの値である.支承反力の最大値に着 目すると、全体的に交角が大きくなるにつ れて支承反力が大きくなっていることがわ[※] かる.また,橋軸方向の応答では桁端や固 定支承部、橋直方向は桁中央の支承で応答 が大きくなる.

図 - 9 に Y 軸方向加震時の主桁の曲げ モーメントおよびねじりモーメントを、 Case1とCase4 について示す.曲げモーメ ントは, Case1 と Case4 で応答差があり 支承のモデル化によって値が変わることが わかる.ねじりモーメントはCase1と4で ほぼ同等の応答であり、支承のモデル化に よらず橋梁の形状にのみ影響を受けること がわかる 交角が大きくなるにつれて両端 で特に応答が大きくなる傾向は,自重解析 の鉛直反力の場合と一致している.

<u>4. まと</u>め

直線橋 ,および3通りの曲線橋をモデル 化し 地震時の支承反力や桁に作用する断 面力について検討を行った 支承に働く鉛 直方向の反力については、交角が大きくな るほど両端で内側の支承に比べ外側の支承 が受け持つ力が大きくなる 水平方向加震 時の挙動に関しては 交角が大きくなるに つれて 桁の断面力と支承反力は共に大き くなることがわかった また支承反力につ いても交角が大きくなるほど大きくなる傾 向が見られた、特に橋軸方向の応答では桁 端や固定支承部 橋直方向は桁中央の支承 で応答が大きくなるので注意を要する.

△: 支承位置



Ê

ş

メン

۴ ۳

Ē

Ê

Ę

モメン

ゴー