

斜角を有する橋梁の地震時挙動とその支承部の設計法に関する研究

東京工業大学 学生会員 鈴木 直人 東京工業大学 正会員 市川 篤司
 東京工業大学 フェロー 三木 千壽

1. はじめに

平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震では多くの構造物が被害を受けた。鉄道構造物も橋梁を中心に大きな被害をうけており、その被害は主に支承部に集中している。表1に在来線の支承部の被災状況について示す。これによれば明らかに直角桁より斜角桁の方が被災しやすいことがわかる。一方、鉄道では斜角桁の支承部の設計は鉛直方向に作用する荷重（死荷重および活荷重）に対する鉛直方向反力をそれぞれの支承毎に算出し、それを基に設計を行っており、地震時に作用する水平方向の反力は考慮していない。そのために斜角桁は地震による被害が多いものと考えられる。このようなことから、本研究では地震応答解析により斜角桁支承部の地震時の挙動を把握し、設計法との関係について検討を行った。

表1 斜角桁と直角桁の支承被災割合

	直角桁	斜角桁
全数量	1044	788
健全	954	682
被災数量	90	106
被災割合	8.6	13.5

2. 対象橋梁のモデル化

対象とした橋梁は支承部の被害が多く見られた合成桁でT型RC橋脚(高さ8m)、単径間の桁式橋梁(支間20m)である。なお本研究では斜角の影響を評価するために直橋の他、その支間長を保ちながら上部構造の死荷重を等しくした斜角60度、45度の橋梁を用い、上部構造、下部構造を含めた橋梁全体系で解析を行った。その際の解析モデル全体図を図1に示す。合成桁をモデル化するにあたり床版の剛性を適切に表現するために床版にシェル要素を用い、主桁部分は梁要素を用いて床版と主桁を剛体で結んでいる。そのモデルを図2に示す。

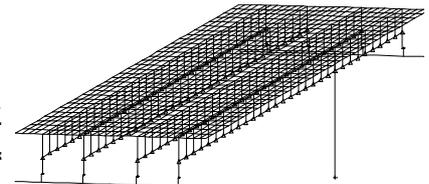
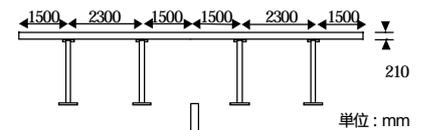


図1 解析モデル全体図



支承部に関しては図3に示すように軸力のみが働くようにトラス要素で表現した。履歴特性に関しては、固定支承は破損前に橋軸方向及び橋軸直角方向ともに固定、可動支承は橋軸直角方向固定で、橋軸方向には桁と橋脚との間の摩擦力のみ作用し、固定支承、可動支承とも破損後は自動的にモデルチェンジし、動摩擦力のみ作用するようにした。図4に固定支承の履歴特性を示す。

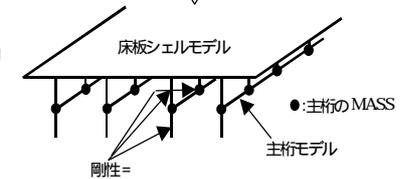


図2 合成桁のモデル化

橋脚については橋脚の非線型性を考慮に入れてモデル化を行った。具体的には鉄道橋で実際に行われた設計事例をもとに、上部構造の死荷重と列車荷重単線分を足し合わせた荷重に設計震度0.5を乗じた値で橋脚の塑性化が発生するように完全弾塑性としてモデル化を行った。

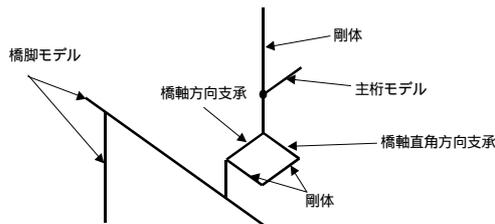


図3 支承部モデル

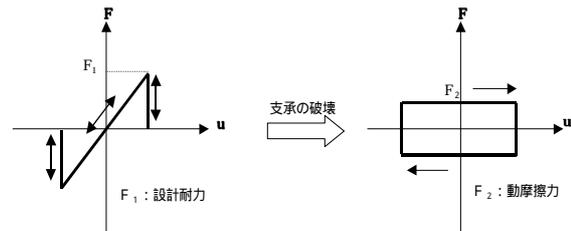


図4 固定支承部の履歴特性

キーワード：斜橋、斜角、支承

連絡先：〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1

3. 解析結果

地震波には鷹取駅で観測された地震波を用い、橋軸方向に東西成分、橋軸直角方向に南北成分、上下方向に上下成分をそれぞれ10秒間入力した。最初に支承部にかかる反力を把握するために支承部の破損を考慮しないモデルにより解析を行った。直橋及び斜橋の支承配置図を図5に示す。

さらに鋭角側支承に対する鈍角側支承の鉛直方向反力値の比および地震時の最大支承反力値の比を表2に示す。従来の設計方法では鉛直方向支承反力をもとに支承部の耐力を決定しているため、表2より地震時の橋

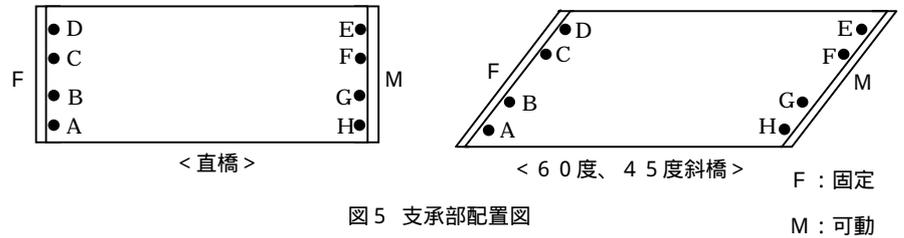


図5 支承部配置図

軸直角方向反力は、設計時に想定した範囲内に収まっているものの橋軸方向反力については設計時に想定した以上の力が働いていることがわかる。

表2 鋭角側支承に対する鈍角側支承の比

	死荷重反力	地震時橋軸方向最大反力	地震時橋軸直角方向最大反力
斜角45度	1.30	1.98	1.23
斜角60度	1.22	1.43	1.22
直橋	1.00	1.00	1.00

次に支承破損を考慮したモデルを用いて斜橋と直橋との挙動の違いについて調べた。支承耐力は従来の設計方法により算出し、橋軸方向、橋軸直角方向のそれぞれの耐力は等しく、斜橋の場合も支承耐力は直橋と同じ値を用いている。解析結果の一例として支承耐力36tfの直橋と支承耐力45tfの60度斜橋の支承B、D、E、Gの橋軸直角方向反力を時刻歴として図6に示す。図6から明らかなように、斜橋の橋軸直角方向支承の反力値は直橋に比べ大きい。橋軸方向については両者とも早い段階で橋軸方向支承が全て破損しており、このことから橋軸方向支承破損後に斜橋では橋軸直角方向支承反力の増加が引き起こされていると推定される。したがって斜橋の場合は支承破損後の挙動を考慮に入れた設計方法が必要となってくる。今回の解析において、斜橋では鈍角側の橋軸方向支承から破損が始まり、その後に残りの橋軸方向支承が破損した後、橋軸直角方向の支承が破損するという破損形態があるということが確認された。

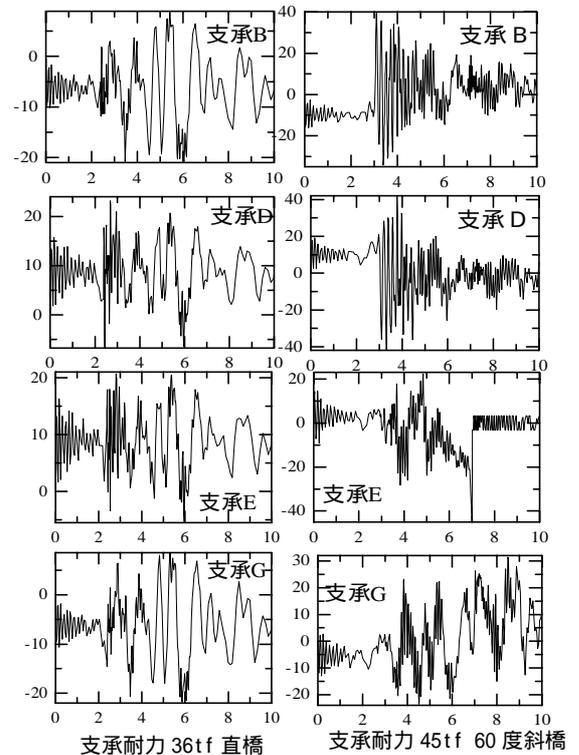


図6 直橋および斜橋の橋軸直角方向支承反力

4. 結論

斜橋では鈍角側橋軸方向に、(鉛直方向反力から算出する)設計時に想定した以上の支承反力が加わる。斜橋の場合、鈍角側橋軸方向支承から破損が始まり、橋軸方向支承が破損した後は橋軸直角方向支承に非常に大きな力が加わる。従って、斜橋の支承部を設計する場合は動的解析による照査が望まれる。

<参考文献>

矢部正明、武村浩志、川島一彦：直橋および斜橋の桁間衝突とその影響、構造工学論文集Vol. 43 App. 781 - 791, 1997