

断層変位がPC斜張橋の耐震安全性に及ぼす影響について

九州大学大学院 学生員 ○高原 達男
九州大学大学院 フェロー 大塚 久哲
九州大学大学院 正会員 矢暮 亘

1. はじめに

台湾921集集地震(1999年)では、断層上に位置する橋梁をはじめとする各種構造物に甚大な被害が生じた。しかしながら、従来の地盤振動への対策と比して、この種の断層変位に対する橋梁の被害の耐震検討はなされていらない。そのため、既存橋梁が保有する断層変位に対する耐震安全性に関する解析例を蓄積しておくことは、今後のこの種被害の軽減に向けた定量的な評価、検討を行う上で非常に重要である。本研究では3径間連続PC斜張橋を対象に、支間内に断層変位が発生したものと想定して強制変位解析を行い、断層の進展に伴う橋脚、桁部材の応答について検討を行った。

2. 解析条件と解析手法

対象橋梁は、中央径間170m、側径間60mの3径間連続PC斜張橋である。主桁と主塔間は支承を設けないフローティング構造であり、クリープや乾燥収縮に対する配慮がなされている。主塔高はP1主塔が64.5m、P2主塔が64.0m、基礎構造はP1主塔が杭径Φ3.0mの深礎杭形式、P2主塔が直接基礎である。また、側径間側は地形上の制約条件から、中央径間より短くなっている。主塔は景観に配慮した逆Y字形で、橋脚は門型構造となっている。

図-2に解析モデルを示す。本モデルは、主塔、橋脚を梁要素として剛性を評価した立体骨組みモデルである。なお、主桁には幅員に相当する仮定の剛な梁要素を設けている。上部構造、橋脚ともに非線形梁要素を用いてモデル化を行った。斜材は、初期張力を考慮し、非圧縮とした。ただし、引張側の弾性限界、降伏等は考慮せず、弾性とした。

各部材の非線形特性は各断面形状と初期軸力により曲げモーメントと曲率の関係により設定した。解析は、対象橋梁の中央支間内に断層変位が生じたものと仮定し、片側の主塔、橋脚及び桁端に鉛直、橋軸直角方向にそれぞれ2m～6mの強制変位を与えた。さらに、幾何学的非線形と材料非線形を同時に考慮した複合非線形解析も行ない、比較検討した。

3. 解析結果

鉛直方向への強制変位解析における変位図を図-3に、曲げモーメントの最大値分布を図-4,5に示す。主桁の損傷は2mでひび割れ、4mでPC降伏にいたっているのに対し、主塔、橋脚では6mの変位でもひび割れ程度であり、主桁の損傷が橋脚に比べ大きいことが確認された。なお、損傷が激しい箇所は主桁中央部および桁端部付近、橋脚下端部である。

次に橋軸直角方向への強制変位解析における変位図を図-6に、曲げモーメントの最大値分布を図-7,8,9に示す。主桁は2mでPC降伏し、橋脚下端でも2mでひびわ

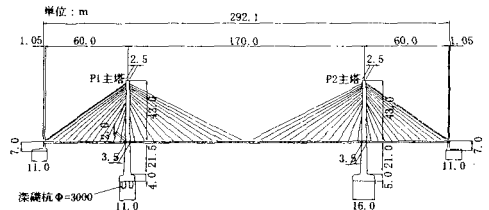


図-1 全体側面図

表-1 設計概要

| | | | |
|------|-----------------------------|----|--------|
| 橋長 | 292.1m | 桁長 | 291.7m |
| 道路規格 | 3種3級 | 橋格 | 1等級 |
| 設計速度 | 50km/h | | |
| 形式 | 3径間連続PC斜張橋 | | |
| 支間 | 60.0m+170.0m+60.0m | | |
| 有効幅員 | 1.25m+2@3.5m+0.75m+2.5m(歩道) | | |
| 横断勾配 | 車道:1.5%, 歩道:2.0% | | |
| 縦断勾配 | 0.30% | | |
| 平面曲線 | 直橋(R=∞) | | |

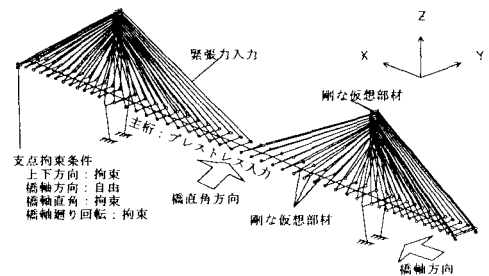


図-2 解析モデル

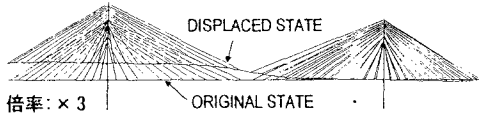


図-3 鉛直方向変位図

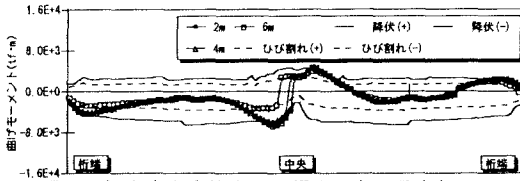


図-4 鉛直方向変位させた場合における主桁の曲げモーメント M_x 最大値分布

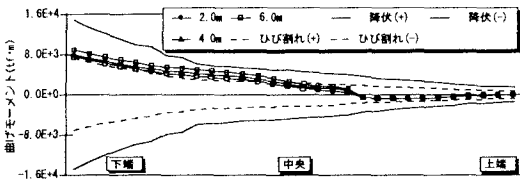


図-5 鉛直方向変位させた場合におけるP1主塔、橋脚の曲げモーメント M_x 最大値分布

れに達している。これは橋軸直角方向に主桁の移動が主塔により拘束されるにもかかわらず、橋脚の損傷が主桁に比べ小さいのは、変位の増大に対し、主桁での損傷が進展し、橋脚への負担が頭打ちとなるためである。損傷が激しい箇所は、主桁と主塔が接触する地点、および橋脚下端部である。

続いて、幾何学的非線形を考慮した解析と、考慮していない材料非線形のみでの解析とどの程度の違いが見られるか強制変位解析を行い、比較、検討した。図-10、11に鉛直、橋軸直角方向にそれぞれ6m変位させた場合の主桁の応答曲率の最大値分布を示す。幾何学的非線形考慮の有無による差異を比較しても、ほぼ無視できるものであった。

4. まとめ

- (1) 対象橋梁において、鉛直、橋軸直角方向ともに支間内で発生する変位に対しては、橋脚基部よりも主桁にも多大な損傷が発生する。
- (2) 同じ変位量であれば、鉛直方向変位より橋軸直角方向変位の方が大きな被害を生じさせる。
- (3) 複合非線形解析と材料非線形解析の応答にはほとんど差異は認められなかった。

参考文献・資料

1) 矢暮, 大塚, 夏: 地震時断層変位を受けるPC橋梁の耐震安全性に関する考察, 第10回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp. 59 - 64, 2000. 10
 2) 九州大学建設振動工学研究室: 921集集地震(台湾)被害調査報告書, 2000, 2

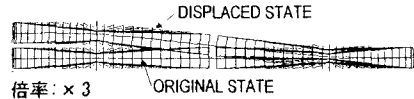


図-6 水平方向変位図

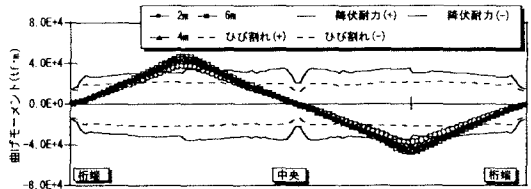


図-7 橋軸直角方向変位させた場合における主桁の曲げモーメント M_x 最大値分布

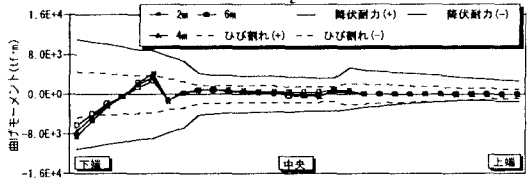


図-8 橋軸直角方向変位させた場合におけるP1主塔、橋脚の曲げモーメント M_x 最大値分布

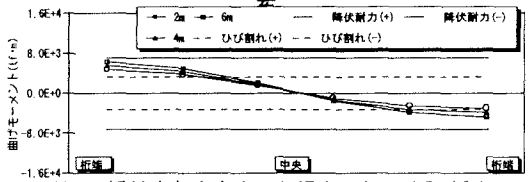


図-9 橋軸直角方向させた場合におけるP1橋脚横梁部の曲げモーメント M_x 最大値分布

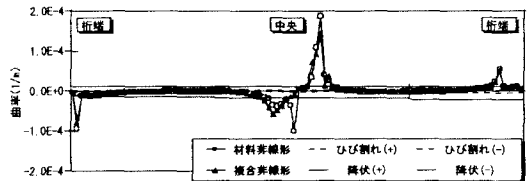


図-10 複合非線形解析と材料非線形解析における応答曲率の比較 (6m鉛直方向変位時)

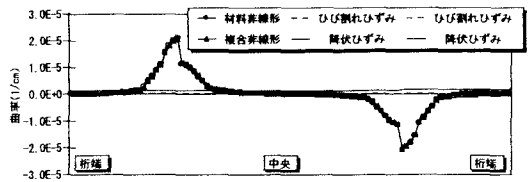


図-11 複合非線形解析と材料非線形解析における応答曲率の比較 (6m橋軸直角方向変位時)