

箱形断面鋼製橋脚の強度と靱性に及ぼすマンホールの影響

豊田工業高等専門学校専攻科 学生員 ○佐藤 修
 豊田工業高等専門学校 正 員 櫻井 昌孝
 豊田工業高等専門学校 正 員 忠 和男

1. はじめに

鋼製橋脚の柱部分には、製作上あるいは完成した後の維持管理の為に開口部を設けることが多い。これらの開口部を設計する際、道路橋示方書および各公団、公社では明確な規定が設けられていないのが現状である。そのため開口部の設計は、過去の実績および設計者の経験に基づいて行われてきた。

平成7年に起きた兵庫県南部地震においては、多くの鋼製橋脚の柱部分に座屈による損傷が発生した。それらの中で柱部分の基部付近に開口部(マンホール)を有するものの座屈による被害も見られた。マンホールの位置は路面からの高さにより決められることが多く、必ずしも応力的に余裕がある位置に付けられてない。また、被災を受けた橋脚においては一部古い年代に建設されたもので、開口部に補強が施されていないものもあった。そこで本研究では箱形断面鋼製橋脚に設けられるマンホールが橋脚の強度と靱性に及ぼす影響について数値解析により検討する。

2. 解析概要

解析モデルとして阪神大震災において局部座屈を起こした阪神高速道路神戸線「神P6」(西宮I.C.西)の橋脚を用いる。図-1に橋脚の概略図を示す。

地震時にはこの橋脚の基部に局部座屈が発生した。橋脚の基部において縦方向の断面形状が変わるが、この断面が変化する部分を境に座屈が発生している。フランジ面(車線方向に直角な面)にマンホールがありこれが弱点になった可能性がある。マンホールが中埋めコンクリートのすぐ上にあり、最も座屈が生じやすいところにあることと、縦リブがマンホールの部分で連続していないという補剛の弱さが考えられる。実構造の座屈形状はフランジ面では内側に、ウェブ面は外側へ座屈していた。

図-1に基づいて解析モデルを作成した。材料定数等は、ヤング係数が $21,000\text{kgf/mm}^2$ 、ポアソン比が0.3、降伏応力度は 24kgf/mm^2 とした。

数値解析は汎用構造解析プログラムMARCを用いて、対称性を利用して角形断面の1/2について4節点厚肉シェル要素で弾塑性有限変位解析を行った。コンクリート充填部分はコンクリートを鋼に置換し、コンクリート断面積の1/10を鋼の板厚として増加した。橋脚の下部は固定端とし、上部は自由端とする片持ち梁構造にモデル化する。外力は上部の中心点に死荷重に相当する一定の橋脚軸方向力P(全断面降伏軸力の15%)を作用させ、この条件のもとで水平荷重Hを与え崩壊に至るまで解析する。なお水平荷重は被害の状況から上部道路面の車線方向に与えた(図-2参照)。

3. 結果及び考察

図-3に全モデルと1/2モデルで計算した荷重-変位曲線を示す。

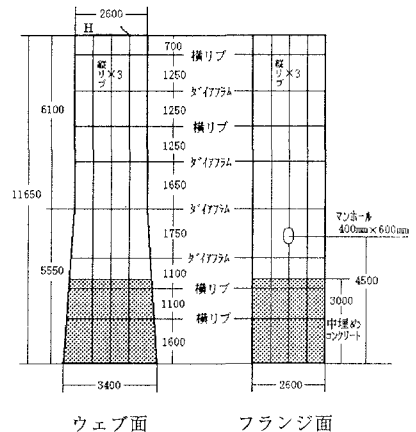
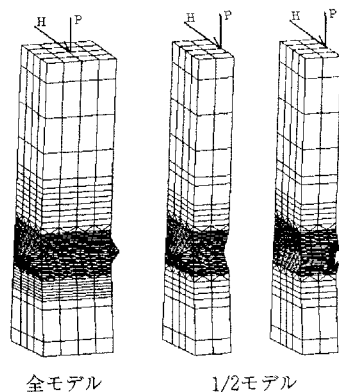


図-1 橋脚概略図(単位:mm)



(要素数2516) (要素数1239) (要素数1365)

図-2 解析モデル(変形図)

2つの曲線はほぼ重なり、1/2モデルで解析しても全モデルと同じ結果が得られると言える。

図-4にマンホールの無いモデルとマンホールを有するモデルでマンホール周辺に補強の有るモデル、補強の無いモデルの計3つの荷重-変位曲線を示す。最大荷重の大きい順にマンホール無し、補強有り、補強無しの曲線である。マンホールの周りの補強は、幅200mm、板厚40mmのダブルリング補強を用いた。補強無しの曲線はマンホールなしの曲線より強度が低下していることがわかる。しかし最大荷重に達した後の曲線の挙動にはあまり違いが見られない。補強有りの橋脚の強度はマンホール無しの橋脚の強度とほぼ同等の強度を得ることができる。最大荷重に達した後は補強有りの方がマンホール無しの曲線より靱性が高い。マンホールを設けることによって応力がマンホールの縁に分散され、縁を補強したため荷重の低下が抑えられたと思われる。

図-5にマンホールを有するモデルの補強無し、補強有りの2つのモデルの変形図を示す。変形の形状のマンホール無しのモデルとマンホールが有り、補強の無いモデルはフランジ面(マンホールの有る面)が内側に、補強のあるモデルはフランジ面が外側に座屈した。

マンホール無しの場合とマンホールが有る場合の荷重-変位曲線において、ダブルリングを設置したマンホールありの橋脚の方がマンホールが無しの橋脚より靱性が高いことを示している。これは座屈部の応力集中が、マンホールによって分散されているためと考えられる。さらに座屈形状の相違が靱性にも影響しているとも考えられる。

4. あとがき

以上の結果より、マンホールを設置すると橋脚の強度は低下するが、靱性に対する影響はほとんどなく、さらにダブルリング補強を行えば強度の低下を抑えることができるといえる。座屈の形状はフランジ面が凸形に座屈するものと、凹形に座屈するものの2種類が見られる。この座屈形状の違いが靱性に影響を与えていると考えられる。他に靱性に影響を与えている要因として縦リブの横倒れ座屈の影響が考えられる。今後、縦リブの変形状態も考慮し、強度と靱性に与える影響を調べていきたい。

謝辞 橋脚の資料を阪神高速道路公団に提供していただいた。

解析に当たっては名古屋工業大学の後藤芳顕教授にご指導頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小松：鋼構造の補剛設計 昭和57年6月
- 2) 名古屋高速道路公社：鋼構造物設計基準 昭和62年
- 3) 中井・堀江・北田・祝・鈴木：開口部を有する圧縮補剛板の実績調査、橋梁と基礎Vol.30 pp30-38 平成8年9月
- 4) 阪神淡路大震災調査報告編集委員会：阪神淡路大震災調査報告 平成8年

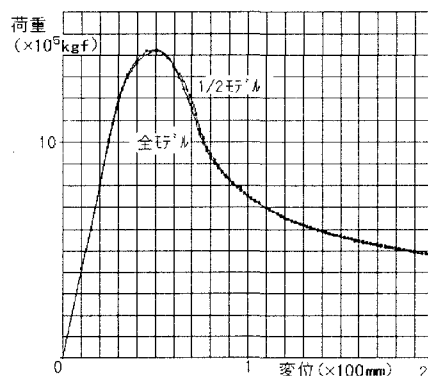


図-3 荷重-変位曲線

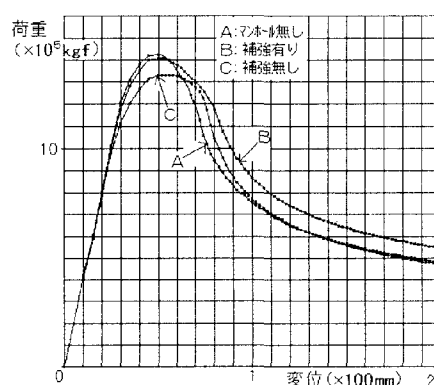


図-4 荷重-変位曲線

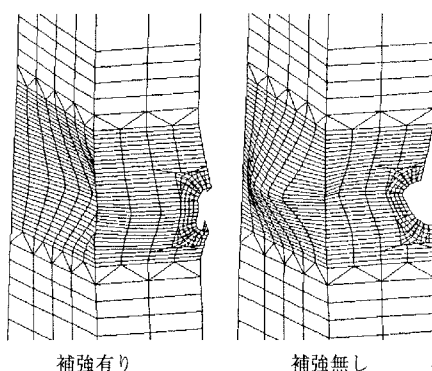


図-5 変形図