

2方向地震入力を受ける鋼製橋脚アンカー部の固定度に関する考察

日本車輛製造(株) 正会員 水野 剛規

名古屋工業大学 正会員 後藤 芳顕

名古屋工業大学 学生会員 石河 亮

1. はじめに：レベル2地震動に対して鋼製橋脚アンカー部はアンカーボルトの降伏応力とコンクリートの限界圧縮ひずみに対する照査がなされるが、この照査を満足する場合、鋼製橋脚基部のフーチングへの固定度は十分であると考え、剛結として扱われる。しかしながら、この照査を満足してもアンカー部の固定度の影響が鋼製橋脚躯体の挙動に現れることを地震動の1方向入力下で一部確認している¹⁾。ここでは、より厳しい条件となる2方向成分の入力も含めて、アンカー部の固定度の影響を検討する。2方向入力に対してアンカー部の固定度の影響を検討するためのアンカー部の復元力モデルとしては、**図-2**に示す多ばねモデル²⁾を用いる。このモデルは**図-1**に示す解析的に求めたスケルトンカーブと実験により定められた履歴ループからなる半実験モデル³⁾をもとに3次元へ拡張される。

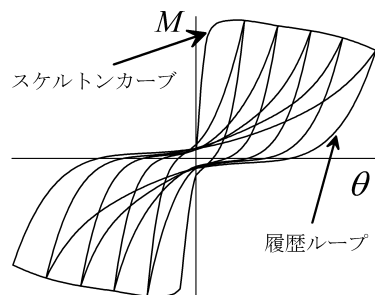


図-1 半実験モデル

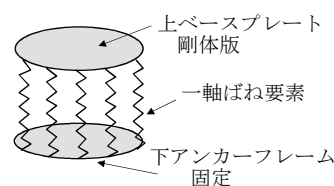
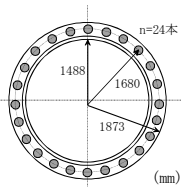
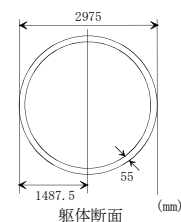
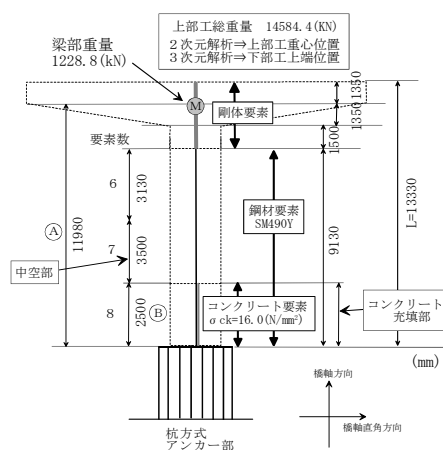
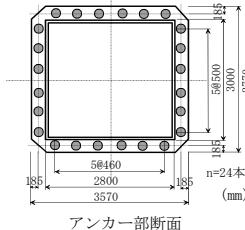


図-2 多ばねモデル

2. 解析モデル：解析の対象は**図-3**に示す円形断面鋼製橋脚と矩形断面鋼製橋脚でアンカー部は杭方式とする。ここで、鋼製橋脚は地震時保有水平耐力法⁴⁾で設計されている。解析では橋脚躯体にはり要素モデルを用い、構成則として鋼部はバイリニア移動硬化則(2次勾配 $E/100$)、コンクリート充填部は、強度軟化型の応力-ひずみ関係⁵⁾を導入する。入力地震動はJMAとJRTで、水平1方向地震動ではNS成分、2方向地震動はEW成分をそれぞれ追加する。アンカー部には、多ばねモデルを導入し、アンカーボルト径を変化させることで固定度を変化させて解析をおこなう。すなわち、橋脚躯体の地震時保有水平耐力の80～300%とした基部モーメントと死荷重軸力を設計荷重としてアンカー部を設計する。このように設計したアンカー部を $A_{80} \sim A_{300}$ として表示する。



アンカー部断面



アンカー部断面

(a)円形断面鋼製橋脚 (b)矩形断面鋼製橋脚

図-3 解析モデル

3. 解析結果：解析結果として、鋼製橋脚の耐震性を示す重要な指標である最大応答変位、アンカー部の最大相対回転角、コンクリート充填部損傷度、中空鋼断面部損傷度とアンカー部の固定度の関係を水平1方向地震動入力の場合と水平2方向地震動入力の場合に分けてそれぞれ**図-4**、**5**に示す。ここで損傷度は、有効破壊長領域の平均ひずみをコンクリートおよび中空鋼管部の限界ひずみ $\varepsilon_{u,c}$ 、 $\varepsilon_{u,s}$ で除したものである。

4. 固定度と応答値：アンカー部の固定度が上昇すると**図-4(b)**、**5(b)**のように地震動入力1方向であるか2方向であるかの差異によらず全ての場合についてアンカー部の最大相対回転角は同様に減少する傾向にある。しかしながら、他の応答値は、地震動の種類により異なった挙動を示す。

入力地震波としてJRTを用いた場合、水平1方向地震動入力と

キーワード：アンカー部、半実験モデル、多ばねモデル

連絡先：〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学

水平2方向地震動入力の場合の差異が固定度と応答値の關係に最も大きな影響を与える。すなわち、水平1方向地震動入力では、図-4(a),(c),(d)のように A_{100} の場合の損傷度がほぼ最小となり、最大応答変位も最小となるが、水平2方向地震動入力では図-5(a),(c),(d)から解るように、逆に A_{100} の場合の損傷が最も大きく最大応答変位も最大となる。この傾向は円形、矩形断面にかかわらず同様である。また、剛結と A_{100} の場合を比較してみると明らかに応答値にかなり大きな差が生じている。

一方、JMAを用いた場合には1方向入力と2方向入力による応答値は異なるが応答値と固定度の定性的な關係の差はそれほど大きくはない。また、この場合の剛結と A_{100} の最大応答変位を比較すると両者の差異はJRTによる場合に比べるとかなり小さいがひずみ値には無視できない差が生じている。

図-4(c), 図-5(c)から解るように、JRTを用いた場合、2方向入力ではコンクリート充填部のひずみの多くは限界ひずみを越えており、1方向入力に比べ損傷度が大きくなる。したがって、損傷で生ずる非線形形で1方向入力と2方向入力での差異ならびに固定度の差異が応答値により大きく影響したものと考えられる。なお、1方向入力でも、図-4(c),(d)のごとく、矩形断面橋脚のJRTによる応答ひずみはすべて限界値以内であるにもかかわらず、図-4(a)に示す剛結と A_{100} の最大応答変位にはかなり大きな差が生じる。

5. あとがき：鋼製橋脚躯体のコンクリートフーチングへの接合部は剛結として扱われるが、設計では固定度に対する直接的な照査は行われていない。ここでは、2種類の橋脚について、現行の設計を満足する橋脚基部の固定度が剛結と見なせるか否かについて検討した。その結果、地震波によっては剛結と見なせない場合があることが判明した。ただ、今回の解析では最も厳しい条件とすることで地盤剛性を無限大としたので、アンカー部の影響が大きく出た可能性がある。今後は現実的な地盤剛性を考慮した場合に対して剛結と見なせるか否かについてさらに検討する予定である。

【参考文献】 1) 後藤, 他, 土木学会論文集, No. 598/I-44, pp. 413-426, 1998. 2) 水野, 後藤, 土木学会第58回年次学術講演会講演概要集, I-006, 2003. 3) 後藤, 他, 土木学会論文集, No. 563/I-39, pp. 105-123, 1997. 4) 土木学会鋼構造委員会, 鋼構造新技術小委員会, 平成8年7月 5) 葛, 他, 構造工学論文集, 47A, pp. 783-792, 2001

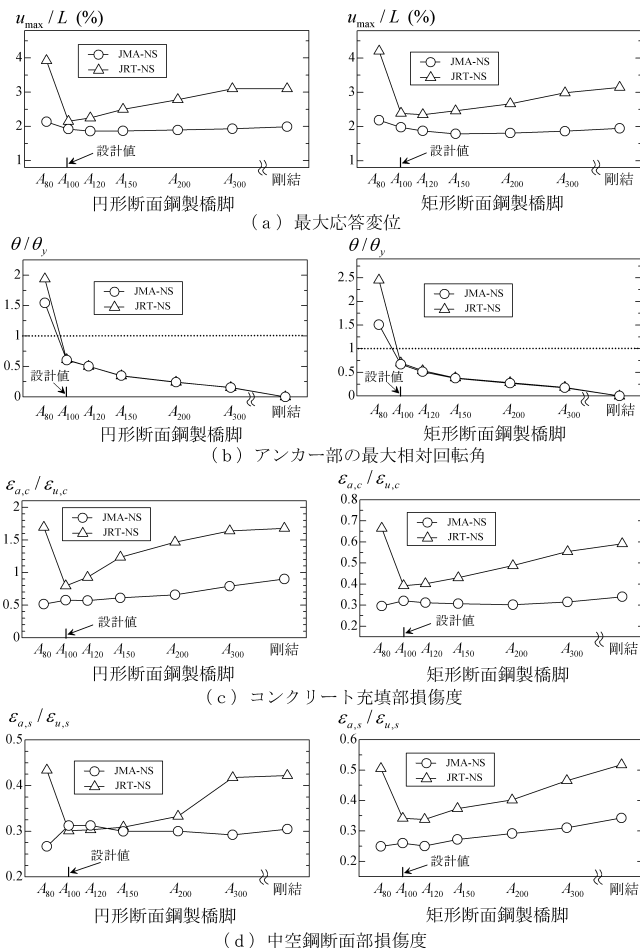


図-4 1方向入力における固定度と応答値

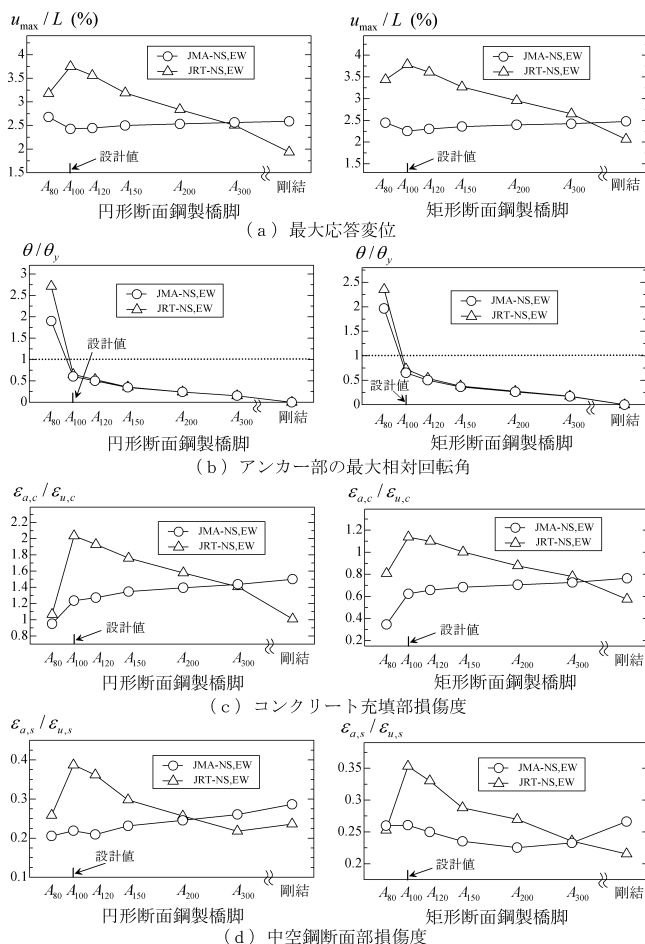


図-5 2方向入力における固定度と応答値