

第 部門

弾塑性解析による鋼製橋脚アンカーボルトねじ部の破断位置推定

関西大学工学部 学生員 ○酒井 優二 正会員 坂野 昌弘

1. はじめに

兵庫県南部地震によって鋼製橋脚アンカーボルトのねじ部に破断や塑性変形が生じた¹⁾。既報では全長ねじ加工された試験体を用いて、予ひずみや時効促進処理を考慮し単調載荷試験および繰返し載荷試験を行った²⁾。本研究では、既報の試験で使用された試験体のねじ形状の計測結果を用いて FEM 弾塑性解析を行い、得られた局部のひずみから破断位置の推定を行う。また、実橋脚でのアンカーボルトねじ部における破断位置の推定も行う。

2. 解析方法

既報の試験で用いられた試験体のうち、予ひずみ、時効促進処理を与えていない単調引張載荷で破断した S35C 材と S45CN 材を対象とした。S35C 材は試験体中央部で、S45CN 材は載荷治具先端部で破断している。

図-1 に解析対象を示す。解析対象は、試験体本体と載荷治具とする。対称条件と軸対称条件を用いて、アンカーボルトを近似的に表現する。さらに、実橋脚で使用されるナットもモデル化する。精度の高い解析を行うために、既報の試験で使用され破断した試験体を計測し、その形状を解析モデルに用いた(図-2)。解析モデルには 4 節点軸対称要素を用い、応力が集中すると思われるねじ底付近の要素分割を細かくしている(最小要素寸法: 0.3mm×0.3mm)。荷重条件は、載荷治具端部に強制変位 S35C:12.2mm(24.4%), S45CN:7.6mm(15.2%)を与える(基準長さ: 載荷治具間距離 100mm)。載荷治具は試験体中央部から数えて 11 山目から試験体端部までのねじ山と接触させている。また、ナットを用いたモデルでは 11 山目から 18 山目が接触している。境界条件を図-3 に示す。材料特性として、ヤング係数が 200GPa、ポアソン比が 0.3、応力 - ひずみ関係(図-4)は実験時に計測したのから求めた真応力 - 対数ひずみを用いた。

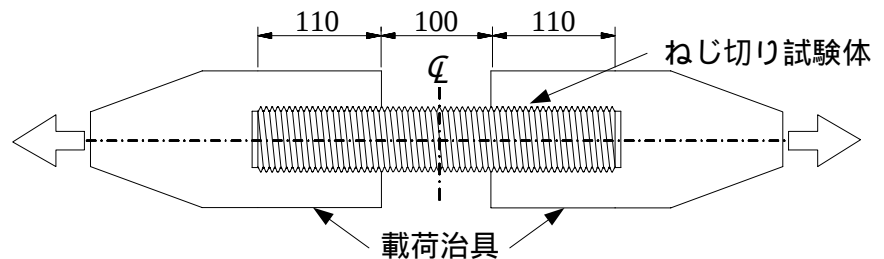


図-1 解析対象

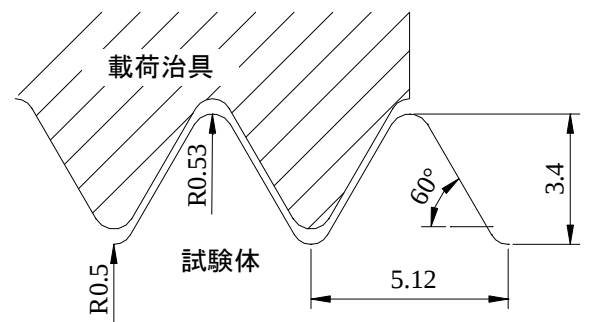


図-2 ねじ形状

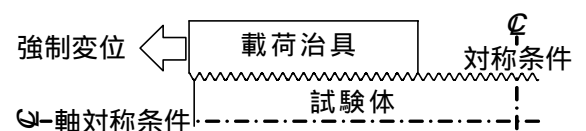


図-3 境界条件

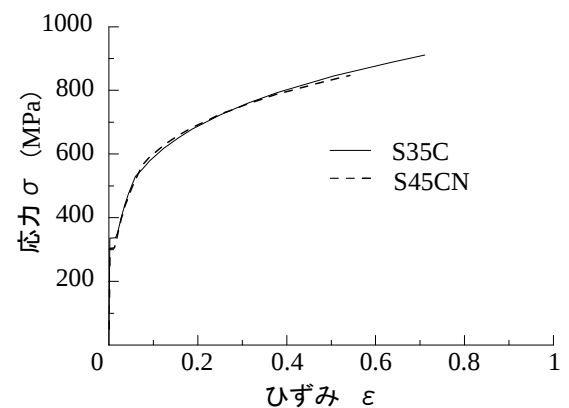


図-4 応力 - ひずみ関係

3. 解析結果

載荷治具を用いた解析結果として、S35C 材では試験体中央部で真の破断ひずみを超えるねじ底最大ひずみが発生（図-5）し、S45CN 材では載荷治具端部に当たるねじ底の最大ひずみが最大（図-6）となった。両鋼材の最大ひずみ発生位置は試験結果の破断位置とよく一致している。したがって、弾塑性解析によって得られる最大ひずみ発生位置を破断位置と推定することができることが明らかになった。

S35C 材と S45CN 材の載荷治具とナットによる解析結果を図-7 と図-8 に示す。実橋脚を想定したナットによる解析結果は、S35C 材、S45CN 材ともに、載荷治具による解析結果とほとんど同じとなった。すなわち S35CN 材では、載荷治具と同様に試験体中央部付近、S45CN 材においても載荷治具と同様に載荷治具端部で、ねじ底最大ひずみが発生しており破断位置と推定される。

4. おわりに

今回はアンカーボルトねじ部を対象とした FEM 弾塑性解析を行い、局部のひずみから破断位置の推定を行った。今後は、予ひずみの影響や、繰返し載荷の影響について検討していく。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：大震災を乗り越えて - 震災復旧工事誌 - ，1997.9 .
- 2) 坂野他：塑性変形を受けた鋼製橋脚アンカーボルトねじ部の残存耐力．鋼構造年次論文報告集，第 8 巻，pp.469-476，2000 .

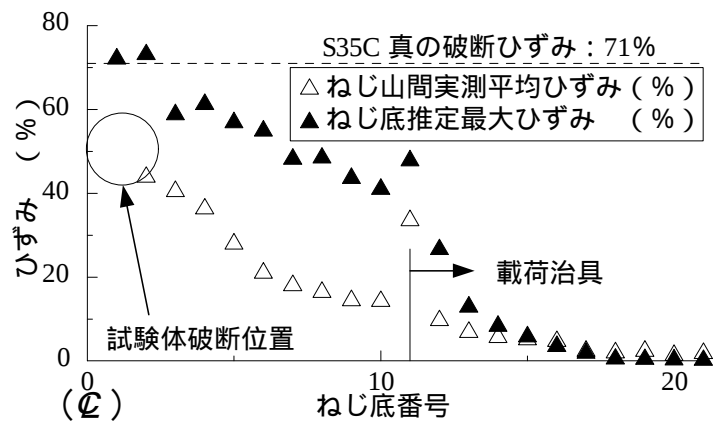


図-5 試験体の変形状態と解析結果の比較（S35C 材）

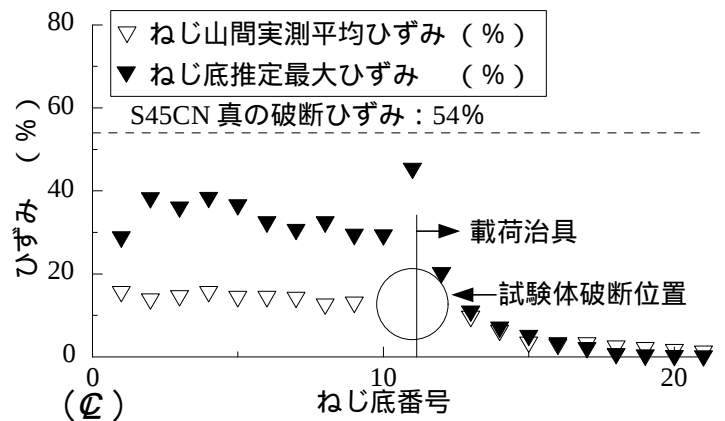


図-6 試験体の変形状態と解析結果の比較（S45CN 材）

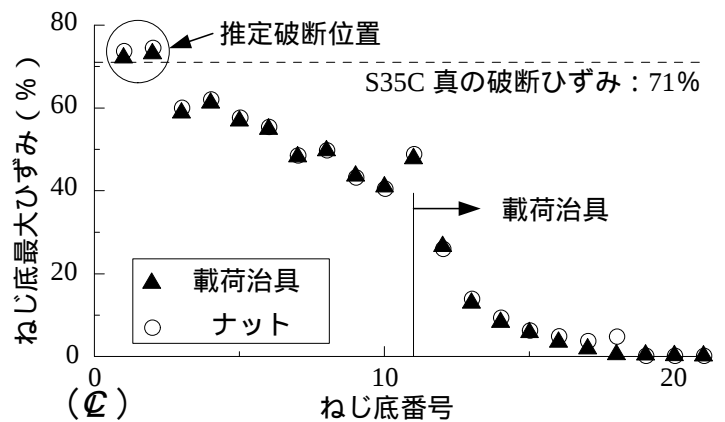


図-7 載荷治具とナットの解析結果（S35C 材）

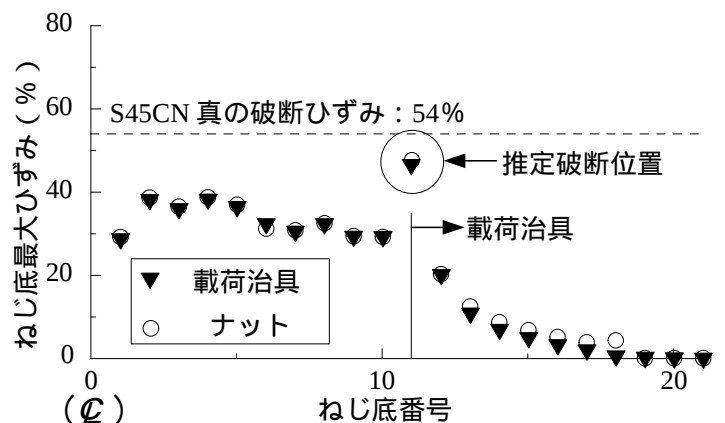


図-8 載荷治具とナットの解析結果（S45CN 材）