

1. はじめに

兵庫県南部地震により、アンカーボルトねじ部に破断または塑性変形を生じたという事例が報告された¹⁾。既報²⁾では、損傷が集中したアンカーボルトねじ部に注目して、全長ねじ切り試験体を用いた単調荷重試験および繰返し荷重試験を行い、鋼種によって破断位置が異なるなど興味深い結果が得られた。本研究では、ねじ形状や荷重条件を変化させて、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、局所的なひずみ分布と破断位置について検討した。

2. 解析方法

アンカーボルトねじ切り試験体の引張試験において、試験体に生じた亀裂の長さや位置を測定した結果を図-1に示す。S35C 材は試験体中央部から、S45CN 材では荷重治具先端部のねじ底(ねじ底 12 番目)から破断しているものが多い。また、両鋼種ともに中央部付近で比較的大きな亀裂が発生していることがわかる。

図-2 にアンカーボルトねじ切り試験体の荷重方法²⁾と解析対象を示す。解析対象は対称性を考慮して図中に示す斜線部とし、要素は 8 節点四角形要素を用いた。図-3 に解析で用いた S35C 材と S45CN 材の応力ひずみ関係を²⁾を示す。

モデルのねじ形状としては、試験体のねじ底の形状を測定し、ねじ底の半径と角度それぞれそれぞれの平均値によるモデル(CASE-1)とねじ底の半径が最小となるモデル(CASE-2)の 2 つのモデルを用いた。図-4 と図-5 にねじ底の半径と角度の定義および半径と角度の分布を示す。各モデルの寸法は、CASE-1 は $\rho=1.3\text{mm}$ 、 $\theta=120^\circ$ 、CASE-2 では $\rho=1.0\text{mm}$ 、 $\theta=130^\circ$ となっている。

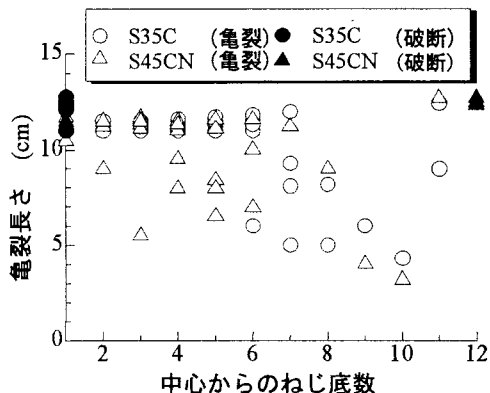


図-1 標点間の亀裂発生位置と長さ

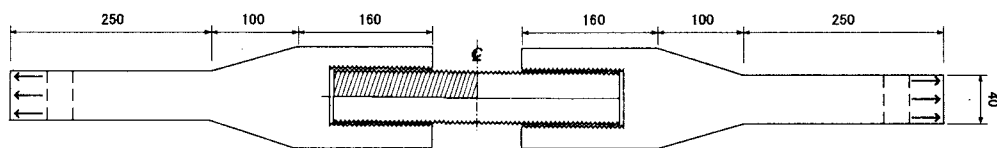


図-2 アンカーボルトねじ切り試験体荷重方法と解析対象(斜線部)

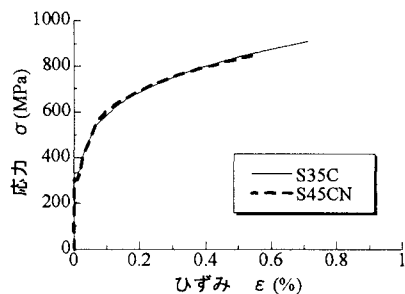


図-3 応力ひずみ関係

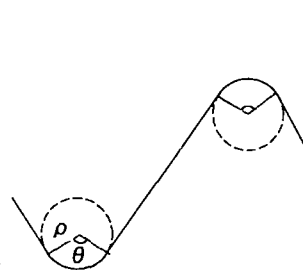
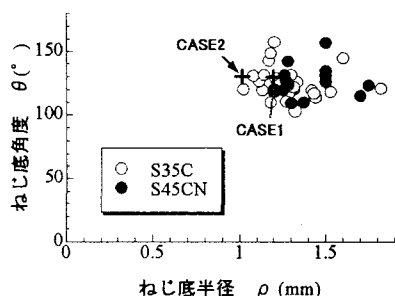
図-4 ねじ底の曲率半径 ρ と
開き角 θ の定義

図-5 ねじ底の半径と角度の分布

荷重条件としては、図-6 に示すように、図-2 の載荷治具でつかまれた部分に均等に荷重を分布させたもの (CASE-A)、載荷治具先端で最大荷重、ねじ端部で 0 となるように荷重を三角形状に分布させたもの (CASE-B)、CASE-B と同様に載荷治具先端に最大荷重を与え、一定の割合 (7/8) で減少していくように荷重を指数関数状に分布させたもの (CASE-C) の 3 つを設定した。

3. 解析結果

(1) ねじ形状の影響

図-7 に CASE-1 と CASE-2 のねじ底ごとの長手方向最大ひずみの分布を示す。S45CN 材では、両モデル共に、ほぼ同一の分布を示し、載荷治具先端近傍で最大ひずみが生じている。S35C 材では、CASE-1 では中央部、CASE-2 では載荷治具先端部と、最大ひずみが生じる位置が異なっている。実験結果は CASE-1 に近い。

(2) 荷重条件

図-8 に CASE-A、B、C での S35C、S45CN のねじ底ごとの長手方向最大ひずみの分布を示す。試験体中央部では、両鋼種ともに、A、B、C の 3CASE による違いはほとんど現れていない。載荷治具先端部では、3CASE により、若干のばらつきが生じており、両鋼種ともに CASE-A のひずみが比較的小さい。

4. おわりに

今回は、アンカーボルトねじ部を対象として FEM 弾塑性解析を行い、試験体の局所的なひずみ分布と破断位置の関係について検討した。ねじ底の局所的なひずみが最大となる位置はねじ底の形状や荷重条件の影響を受けることが明らかとなった。それらの詳細な影響、および最大ひずみ発生位置と破断位置との関係などについては、継続して検討中である。

謝辞： 実験にご協力いただいた阪神高速道路公団、松尾橋梁の関係者各位には心より感謝の意を表します。

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.

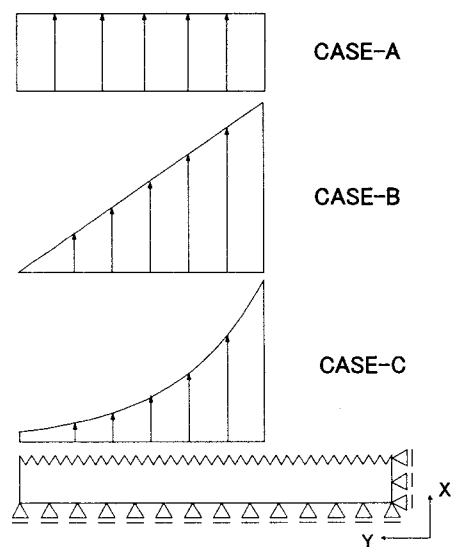


図-6 荷重分布

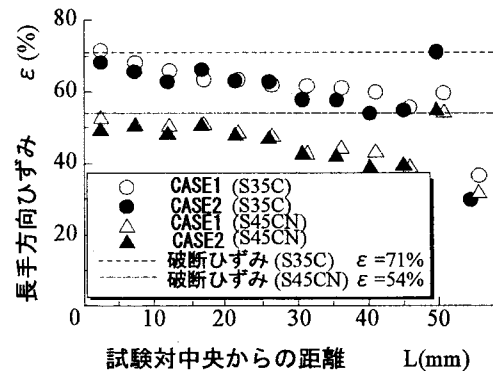


図-7 ねじ底ごとの長手方向最大ひずみの分布 (ねじ形状比較)

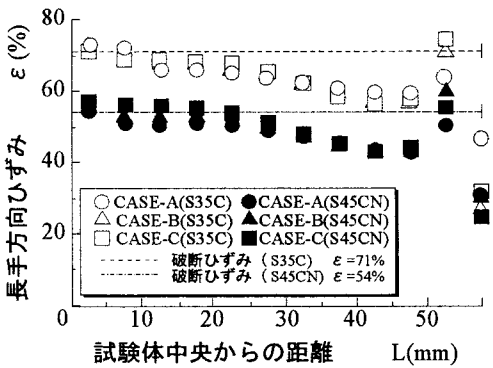


図-8 ねじ底ごとの長手方向最大ひずみの分布 (荷重比較)