

I - B119

低降伏点鋼のスリット型耐震連結板への適用

名古屋工業大学 学生会員 栗原 位充

同上 正会員 小畑 誠

同上 正会員 後藤 芳顕

1. はじめに

地震時における橋げたの落下は絶対に避けなければならない被害である。先の阪神大震災においては落橋防止構造¹⁾が設置されていたにもかかわらず落橋に至った例があった。震災の被害をうけて昨年12月に改訂された道路橋示方書²⁾では落橋防止システムに関する規定が大きく変更されている。そこでは、橋脚上部のけたかかり長の確保を基本としながらその他の落橋防止対策はフェイルセーフとして期待するという姿勢をとり、支承の移動制限と桁のつりさげ機能は個別の構造により対応すると規定している。しかしこれらの規定をそのまま既設の橋梁に適用するのは難しい場合もあるため、著者らはこれまで数多く使用されている耐震連結装置に従来の形状（図1）に変わってスリット型の連結板（図2）を用いる可能性について検討してきた。取り付け部等の強度を適切に設計すればスリット型の連結板は従来型と同様の強度を持ち、ピンがスリットに進入することにより高い変形能を有し、改訂された示方書²⁾に規定されているような移動量を持たせることも可能である。またその効果は実験・解析により示されており、本研究はでその材料に延性に優れた鋼材を使用することによる特性の向上を数値解析により検討する。



図1 従来型連結板

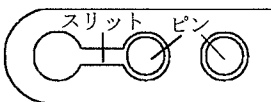


図2 スリット型連結板

2. 解析

1) 低降伏点鋼

スリット型連結板を使用するに当たって重要なことは、ピンをスリットに確実に進入させることである。スリット幅が狭すぎるとピンがスリットに進入せず、広いとスリットを通過する時の抵抗がなくなりスリット部を設けた意味がなくなってしまう。ある程度スリット幅が狭くても確実にピンが進入し加えて大きな変位にも耐えられるように、高層建築物などの制振ダンパー等に使用されている低降伏点鋼のBY-LYP100, BY-LYP235を適用する事を考える。表1に示すとおり低降伏点鋼の特徴は普通鋼に比べて降伏点・引張り強度は低い、引張り強度を越えてから破断に至るまでの伸びが非常に大きいことである。この特徴を利用しピンをスリットに進入しやすくし、また予想以上の大きな変位に対しても粘りを持たせることが出来る。

2) 解析モデル

解析モデルの形状および寸法は文献3)を参考に図3, 4に示すものとした。連結板の面外への変形が小さいので³⁾A-A'断面とB-B'断面に於ける対称性を利用し図の斜線部のみを数値解析の対象とした。境界条件としてはピンを固定し引張り面にx方向の変位を与えピンと連結板の間には摩擦はないものとした。数値解析にはABAQUS Ver.5.5-1を使用した。

表1 鋼材の特性

鋼材	降伏強度	引張り強度	引張り強度ひずみ	伸びひずみ
SS400	245MPa	455MPa	17%	24%
BY-LYP100	116MPa	251MPa	25%	59%
BY-LYP235	238MPa	335MPa	23%	55%

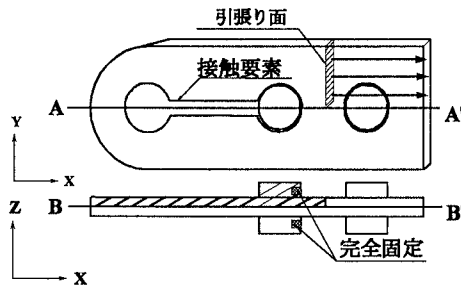


図3 解析モデル

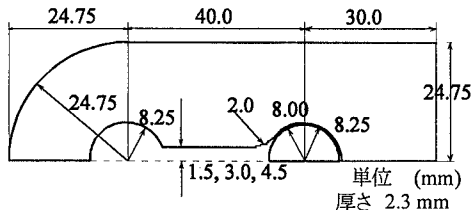


図4 解析モデルの寸法

3 解析結果と考察

スリットの長さを 40mm に固定し鋼材に BY-LYP100, BY-LYP235 の 2 種類を使用しそれぞれについてスリット幅を 3, 6, 9 mm の 3 種類として計 6 パターンの解析を行った。ピンについては文献 3) と同様に F10T を想定した材料特性を与えている。解析結果は荷重変位曲線として図 5 (a)～(d) に示す。また、SS400 の結果³⁾についても比較のため示した。変位は境界条件として与えた変位であり荷重は境界条件をあたえた面の断面積 A に材料の引張り強度 σ_u をかけたもので無次元化した。(a) (b) はスリット幅を一定にし鋼材を変えたものの比較であり (c) (d) は鋼材が等しくスリット幅を変えたものの比較である。

荷重変位曲線は基本的に文献 3) にあるものと同様であり解析の範囲では伸びに関しても大きな変化はなかった。注目すべき点は図 5(c) にあるように低降伏点鋼ではスリット幅 3mm でもピンがスリットに進入することである。普通鋼を用いたものはいずれもピンがスリットに進入する前に数値解析の上での不都合が起こったことを考えると、低降伏点鋼を用いれば実際にもピンのスリットへの進入が容易であることが予想される。一方、表 1 を見て分かるように低降伏点鋼の伸びひずみは極めて大きいものの引張り強度時のひずみは普通鋼と同等である。解析でも最大荷重時の変位は普通鋼・低降伏点鋼ともほぼ同じ値であった。したがって最大荷重時までの変位で変形能を評価する限り低降伏点鋼を使うメリットは明確にはならないことがわかる。

4 まとめ

本研究では、スリット型連結板に延性の高い低降伏点鋼を使用することによる特性の向上を数値解析により検討した。同じ形状でも低降伏点鋼を使えばピンがスリットに入りやすいことを示唆する例があり、スリット型の特性を活かす上で望ましいものと思われる。しかしながら連結板として所要の耐荷力を持たせるためには板厚を増す等の対策が必要である。また低降伏点鋼が持つ延性は引張り強度後あらわれるため最大荷重時で変形能を評価する時には普通鋼と低降伏点鋼には明確な差はあらわれない。破断を含む材料の破壊を考慮した解析を行わない限り低降伏点鋼を使用した場合の特性を正しく評価することは難しいものと考えられる。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説 1990
- 2) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説 1996
- 3) 小畑誠、栗原位充、後藤芳顕：スリット型耐震連結板による落橋防止対策の提案、第 2 回阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、1997

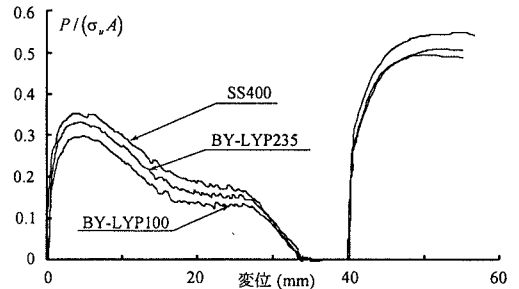


図 5-(a) スリット幅が 6mm の形状の比較

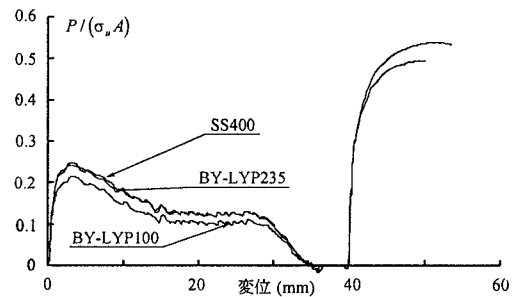


図 5-(b) スリット幅が 9mm の形状の比較

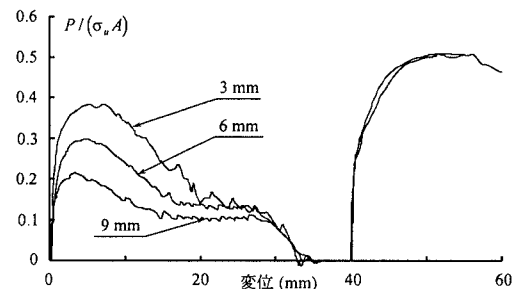


図 5-(c) BY-LYP100 でスリット幅の異なるものの比較

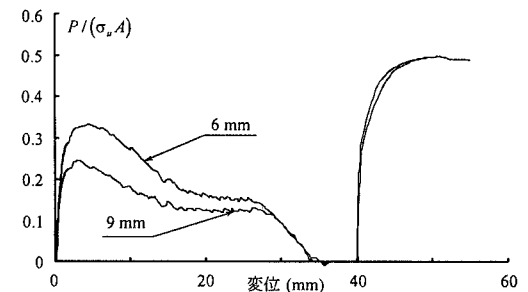


図 5-(d) BY-LYP235 でスリット幅の異なるものの比較