

I - B 157

眼鏡タイプ耐震連結板の衝撃破壊挙動解析

東京都立大学 正 長嶋 文雄 (株)東京鐵骨橋梁 正 今野 裕士
東京都立大学 学 佐々木 光次 東京都立大学 学 島田 泰至

1.はじめに 兵庫県南部地震においては従来からよく用いられていた連結板タイプの耐震連結装置に損傷が多く見受けられたため、さまざまな種類の耐震連結装置が考案されている。しかし、従来のタイプの連結板であっても、巨大地震に対してかなりのエネルギー吸収効果があった形跡も認められる。最終的に桁掛り長さを確保することで落橋を防ぐことになるのであれば、連結板にエネルギー吸収機構としての役割を持たせた設計が可能である。既設橋の落橋防止に対する補強は設置スペースが十分でない場合が多く、既に設置されている構造を利用した補強ができるならば経済的である。また、一方では免震支承を用いた場合のように、桁の大きな変形に対して十分機能する連結装置に関する検討も必要である。本研究は、3次元衝撃破壊挙動解析を通して強度特性とエネルギー吸収能などを求めることにより耐震連結板に関するこれらの問題を解明することを目的とするものである。

2.検討モデルおよび解析手法 最近、従来型の連結板ではあるが、実物大の衝撃破壊実験が行われており、より合理的な連結板形状の検討が行われている¹⁾。これに関する過去の研究には、アイバータイプの変形である、中央部の断面積を減らした連結板²⁾やスリット部の破壊エネルギーを期待した高エネルギー吸収型連結板³⁾さらに破断線の延長をして破壊強度の向上をねらった矩形型連結板³⁾などが考案されている。

ここでは、代表的なこれら4種類の連結板の衝撃破壊挙動解析を行い、より合理的な連結板の形状に関する検討を行った。Aタイプとしては標準的な眼鏡タイプの連結板、Bタイプは板の形状を矩形にしてAタイプの破断線の長さを増し、強度の増加をはかったもの、Cタイプはアイバータイプの変形(まだプロトタイプの段階)、Dタイプは高エネルギー吸収型を選んだ。衝撃破壊挙動解析にはLS-DYNA3Dを用い、解析に必要な歪み速度依存の材料定数などは文献⁴⁾に示される方法を基本にして定めた。歪み速度効果については一度解析を行い、その結果得られる平均的な歪み速度を最終的な解析に用いることによって考慮することにした(本解析では50~80 sec⁻¹程度であった)。

3. 解析結果 図1~図4に、A, B, C, Dタイプの解析結果、(a)寸法図、(b)メッシュ図、(c)破壊状況図、(d)荷重-変位関係図(実験結果との比較、ただし、タイプCは実験結果がないので、Aタイプの実験結果と比較している。)を示した。A, B, Dタイプの実験結果と解析結果の対応は良い。Cタイプについては、Aタイプの連結板の胴部の幅を狭くしてこの部分の変形を引き出す工夫をしたものであるが、まだ完成された形ではないため、多少Aタイプよりも最大変位が大きくなっている程度である。Dタイプの高エネルギー吸収型はさらに詳しく検討する価値のあるものと判断される。破断は図5に示す標準的な連結板において、a部分で強度が定まる。橋桁の端補剛材によりaの長さについて制約があるとすれば、c, b部分で歪みエネルギーを確保する必要がある。標準タイプではc部分の伸びがほとんどなく、この点はcタイプの方が合理的である。

4. まとめ 耐震連結装置の強度は、ピン、連結板、固定部の強度によって決定されるが、吸収エネルギーの面からは連結板の塑性変形によるものが大きいので、ピンや固定部は連結板よりも先に破壊することの無いように設計することを前提とする。このとき、連結板の破壊モードは、せん断破壊、割れ破壊、引張破壊、(面外曲げ)などが考えられ、その破壊強度を決める要因としては、せん断長さ、形状、断面積、幅厚比などが挙げられる。また、吸収エネルギーを決める要因として破壊強度、靱性[直接的要因]と設置空間、ピン間距離[間接的要因]などがある。これらを考慮すれば、橋桁の大変形時にも有効に機能させるような耐震連結板の一つの形式として、図6に示すようなリンク方式とアイバータイプやスリットタイプなどの高エネルギー吸収タイプとの併用(ハイブリッド化)が考えられる。

【参考文献】 1)田嶋・半野・久保田・金井・中村：落橋防止構造連結板の衝撃破壊実験と強度特性、構造工学論文集、Vol. 44A, 1998年3月。2)小畑・後藤・松浦・藤原：高速引張時の落橋防止装置連結板の強度特性、土木学会論文集、No. 441 / I-18, pp.97-105, 1992年。3)大見・小畑・栗原・後藤：高エネルギー吸収型耐震連結装置の提案、土木学会第51回年次講義集、I-B311, 平成8年。4)内田・長嶋・石川：鋼部材の弾塑性破壊挙動に関する基礎的研究、土木学会第51回年次講義集、I-A271, 平成8年。

キーワード：落橋防止装置 耐震連結板 衝撃破壊解析

連絡先：東京都立大学工学研究科土木工学専攻(〒192-0397東京都八王子市南大沢1-1)

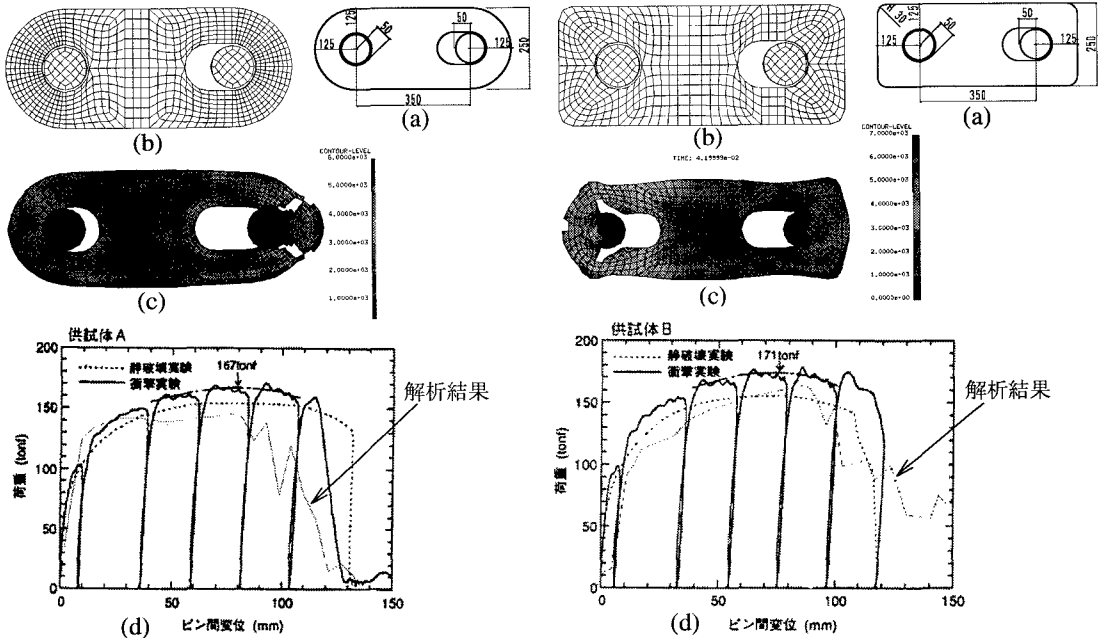


図-1 Aタイプ (標準)

図-2 Bタイプ (矩形)

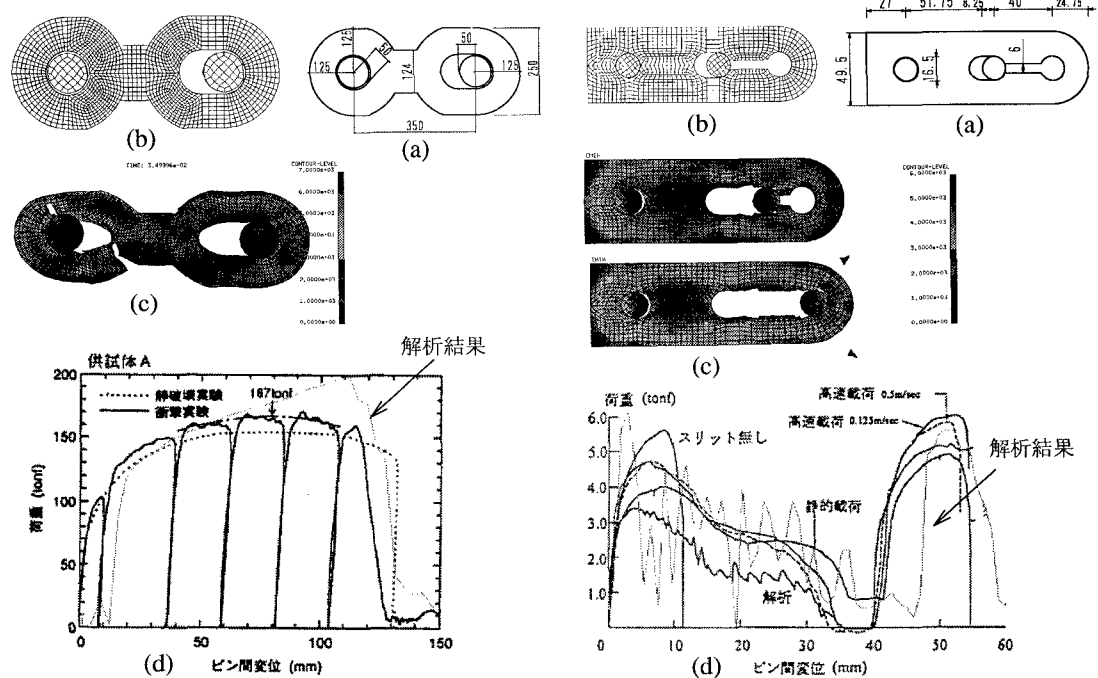


図-3 Cタイプ (アイバー)

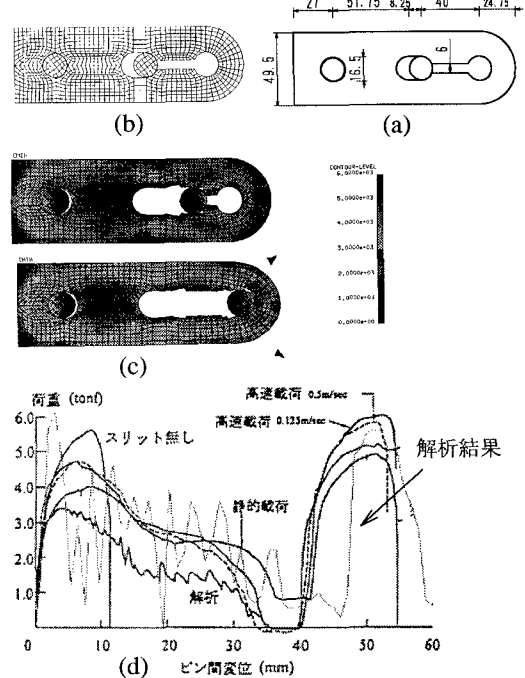


図-4 Dタイプ (スリット)

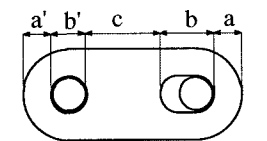


図-5 眼鏡タイプ連結板

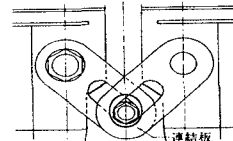


図-6 リンク式連結板