

(I -10) 衝撃的荷重を受けるアイバー型耐震連結装置の破壊シミュレーション

武蔵工業大学 学生員 小田切 亮
武蔵工業大学 正会員 皆川 勝
武蔵工業大学 学正員 藤谷 健

1. はじめに

道路橋示方書においては、落橋防止装置（耐震連結板、サイドブロック、アンカーバー）の設置を定めると共に、耐震連結板の破壊も多数に上り、Fig-1 の TYPE-1～3 のような耐震連結板が用いられてきた。しかし、設置以降、大きな地震が発生せず、それらの実効的な効果は確認できなかった。また、その詳細設計に関しては、各機関の判断に委ねられてきた。

先の兵庫県南部地震では、都市部の高架橋などの橋梁構造物に甚大な被害が生じ、様々な形態での橋桁の落下が見らると共に、耐震連結板の破壊も多数にのぼり、貴重な資料が数多く得られることとなった。それらの事例の分析から、耐震連結板の本来の機能からすると、塑性変形まで考慮した最大強度と吸収エネルギーに基づいた設計をする方が合理的であると考えられるようになっていく。そこで、本研究では特に TYPE-4 のようなアイバー形状の耐震連結板に焦点を絞り、耐荷力および吸収エネルギーの観点から効果的な連結板の形状について解析的に検討を行っていく。

2. 解析モデルと解析概要

解析モデルは、Fig.1 の TYPE-4 において Fig.2 に示した様に寸法を変化させたものを用意した。基本となる寸法は、TYPE-C とし、文献 1) の実験で用いられた供試体を参考に作成した。これは、「破断強度は各種連結板の形状に関係なく連結板の外径、すなわち内円中心から外側までの最短距離と、内径の差により、ほぼ一定となる。」「最大強度は連結板の厚さに比例する。」ということが確認されているので、今回は連結板中央部の寸法の違いによって最大強度、エネルギー吸収性能にどのような影響があるかを検証することを目的としたためである。

ピン径と連結板内径の比を 1.1 とした。また、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、吸収エネルギーは連結板の塑性変形によるものが大きいので、ピンは連結板よりも先に破壊することのないように設計することを前提とする。解析に必要なひずみ速度依存の材料定数などは文献 1)、2) に示されているものを参考にした。

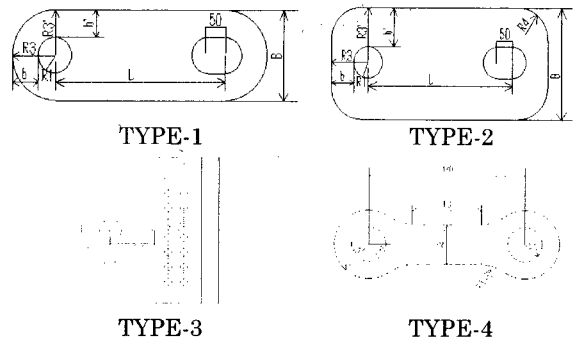


Fig.1 耐震連結板の形状

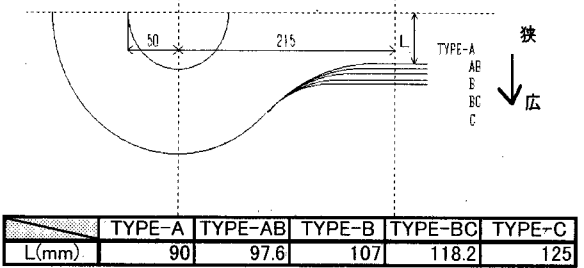


Fig.2 対象とする耐震連結板

Table 1 材料定数

降伏応力(N/mm ²)	288
引張強度(N/mm ²)	446
降伏後弾性係数(N/mm ²)	492
伸び率(%)	30.3
ヤング係数(N/mm ²)	201000.0

キーワード：耐震連結板 衝撃破壊解析 エネルギー吸収

連絡先：武蔵工業大学工学研究科土木工学専攻（東京都世田谷区玉堤 1-28-1）

3. 解析結果

形状による破壊形態の違いを Fig.3 に示す。TYPE-A,AB,B では連結板のくびれた部分での破断、その他の TYPE では文献 1)に見られるようなピン孔周辺からの破断であった。また、破断位置についてもピン孔周辺からの破断した TYPE について大きな違いは見られない。

Fig. 4 には荷重－変位関係を示す。ここで、変位とはピン間距離である。最大荷重に関してはほぼ同程度の値が得られている。ただ、くびれ部分が太くなるにつれて、多少ではあるが最大荷重が大きくなるように見える。また、ひずみ速度を考慮した結果は、それを考慮していない結果と比べて最大荷重で 1.5 倍程度、伸びに関しても多少大きな値を示している。各々のモデルのエネルギー吸収量を Table 3 に示す。TYPE-B で最大荷重、伸び、エネルギー吸収ともに今回作成したモデルの中では最も優れていると言える。

4. まとめ

連結板の中央部分の寸法の変化によって最大荷重、伸び、エネルギー吸収にどのような相違があるかを衝撃応答解析によって検討した。今回作成したモデルについては、現在良く使われている形状 TYPE-1,2 と比べて強度特性、エネルギー吸収において良いと思われる結果を得た。しかし、今回の解析ではひずみ速度の効果を考慮したものの、その細かいパラメータについて考察をしておらず、今後の大きな課題として残されている。

参考文献：1)鈴木五月、後藤芳顕、松浦聖、石原英一、鋼道路橋の落橋防止装置連結板の耐荷力実験、構造工学論文集 Vol.35A.1989.3、2)LS-DYNA USER'S MANUAL(株)日本総合研究所、3)小畑誠、後藤芳顕、松浦聖、藤原英之、高速引張時の落橋防止連結板の強度特性、土木学会論文集 No.441/I-18,pp97-105,1992.1、

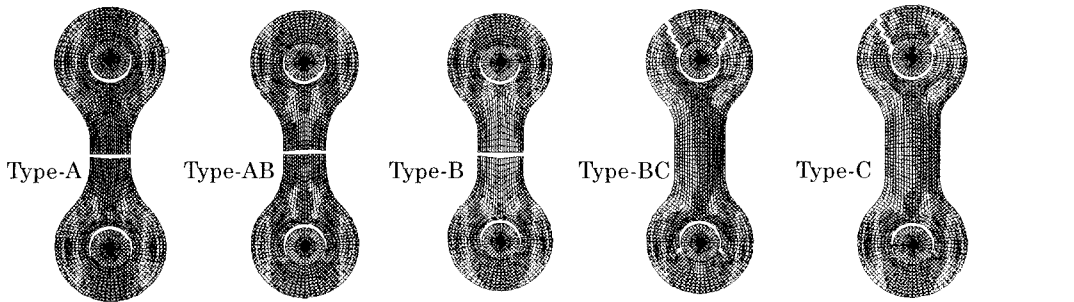


Fig.3 各タイプの破壊形状

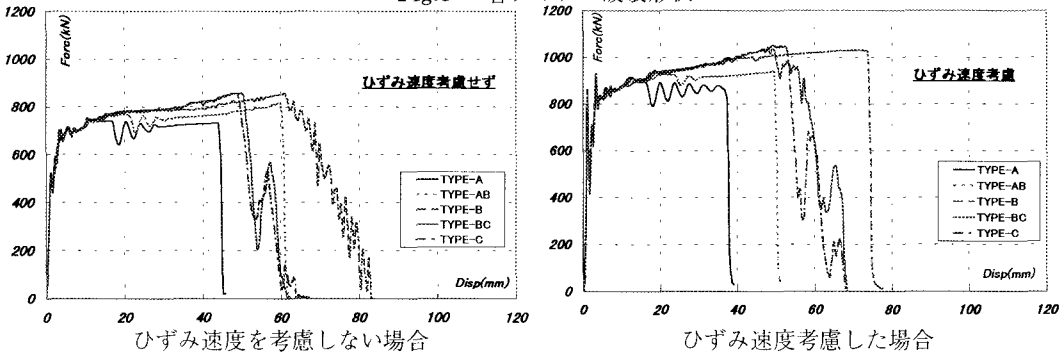


Fig.4 荷重～変位関係

Table 3 エネルギー吸収量

ひずみ速度		TYPE-A	TYPE-AB	TYPE-B	TYPE-BC	TYPE-C
考慮	最大荷重(kN)	909.23	928.05	989.67	994.88	995.58
	伸び(mm)	41.25	53.5	77.54	61.05	56.65
	吸収エネルギー(kN*mm)	3.05×10^7	4.29×10^7	6.88×10^7	5.04×10^7	4.78×10^7
考慮しない	最大荷重(kN)	742.67	814.48	853.73	856.25	854.45
	伸び(mm)	44.00	59.95	65.45	50.60	49.50
	吸収エネルギー(kN*mm)	3.05×10^7	4.39×10^7	5.35×10^7	3.76×10^7	3.71×10^7