

(I-49) 低降伏点鋼を用いたアイバー型耐震連結板の破壊シミュレーション

○武蔵工業大学大学院 学生会員 藤谷 健
武蔵工業大学 正会員 皆川 勝

1.はじめに

兵庫県南部地震により様々な形態での橋桁の落下が見られた。これらのことを受けて震災後に改定された道路橋示方書¹⁾では、橋梁における各構成要素の役割を明確にして桁掛かり長、落橋防止構造、変位制限構造、段差防止構造からなる落橋防止システムへと再整理され、現在、耐震連結板以外のものが多用されている。しかし、既設の橋梁には様々な制約により補修・改良が困難なため、既存の耐震連結板を補強する必要がある²⁾。

著者らは、耐震連結板の破壊挙動を考慮した解析により、従来の耐震連結板に比べてアイバー型耐震連結板の方が、エネルギー吸収性能の面で優れていることを示すと共に、効果的な形状について検討を行った³⁾。本研究では、エネルギー吸収性能が高いと言われている低降伏点鋼の適用性について解析的に検討を行う。

2.解析概要

衝撃応答解析には汎用有限要素プログラムである PC/LS-DYNA-3D を用いた。この汎用コードは、動的陽解法の有限要素法に基づいており、時間積分には中央差分が用いられている。また、破壊基準に達した要素は解析上削除され、耐震連結板の亀裂の進展状況をシミュレーションすることが出来る。

低降伏点鋼の材料定数⁴⁾を表-1 に示す。また、ひずみ速度効果によって鋼材の材料特性が変化することは一般的に知られている。そこで、本解析においても载荷速度による材料定数の変化を文献 5) による提案式によって考慮した。解析対象を図-1、表-2 に示す。载荷速度として、文献 6) より高さ 20m の鋼製橋脚における上部構造の最大応答速度が、139～222cm/sec となることから、橋桁が逆位相に運動した場合を想定して 500cm/sec の速度を設定した。

3.解析結果および考察

図-2 に TYPE-A, AB, B, BC, C の R3=125mm の場合の荷重-変位関係を示し、表-3 には伸び、最大荷重、エネルギー吸収

表-1 低降伏点鋼の材料定数⁴⁾

質量密度	7.85×10^{-9}	kg/mm
弾性係数	2.06×10^5	N/mm ²
ポアソン比	0.3	-
降伏応力	1.16×10^2	N/mm ²
引張強度	2.70×10^2	N/mm ²
破壊ひずみ	0.6	-

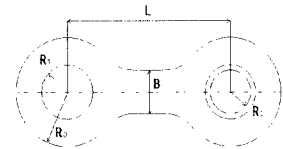


図-1 解析形状

表-2 解析モデルのパラメータ

(単位: mm)

種類	パラメータ値					
	R3	R2(ピン径)	R1	t(板厚)	B	L
A	75	45	50	25	90	430
	100					
	125					
	150					
	175					
AB	125	45	50	25	97.6	430
B	75	45	50	25	107	430
	100					
	125					
	150					
	175					
BC	125	45	50	25	118.2	430
C	75	45	50	25	125	430
	100					
	125					
	150					
	175					

キーワード：低降伏点鋼，耐震連結板，衝撃荷重，衝撃応答解析

連絡先：武蔵工業大学工学部土木学科 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 Tel&Fax:03-5707-2226

量を示す。なお、荷重と変位は、長さL、幅B、板厚tの同じ材質の鋼板を引張ったときの降伏荷重と降伏変位で無次元化している。破壊様式は二つに分けられTYPE-A,AB,Bでは連結板中央部、TYPE-BC,Cにおいては、ピン孔内周の亀裂発生から破壊に至っている。これらのことより、連結板中央部が広くなるにしたがって、そこで受け持つ応力は小さくなるのが分かる。また、図-3に耐荷力と $(R_3-R_1)/B$ の関係を示す。これより $(R_3-R_1)/B$ の値が小さくなるにしたがって、耐荷力が低下しているのが分かる。また、 $(R_3-R_1)/B=0.7$ 付近を境界としてそれ以上では連結板中央部での破壊、それ以下では、ピン孔内周において破壊している。さらに図-4に吸収エネルギーと $(R_3-R_1)/B$ の関係を示す。この図より、TYPE-Bの $(R_3-R_1)/B=0.7$ において吸収エネルギーが最大となっているのが分かる。このことから $(R_3-R_1)/B \approx 0.7$ となるものがエネルギー吸収性能の最も優れた形状であると言える。

4. 結論

既往の軟鋼を用いた研究成果³⁾と同じく、低降伏点鋼についても、アイバー頭部及び平行部でバランス良くエネルギーを吸収できる形状が耐荷特性、エネルギー吸収性能の両面で望ましく、それは $(R_3-R_1)/B$ をパラメータにすることにより予測でき、最も望ましい形状は $(R_3-R_1)/B=0.7$ 前後であると言えることが分かった。

<参考文献>1)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，V耐震設計編，1994.2. 2)穴水，園田，彦坂：ゴム製緩衝ピンを用いた落橋防止連結板の静的弾塑性解析，土木学会第54回年次学術講演会，pp564-565，1999.9 3)藤谷，皆川，小田切：衝撃荷重を受けるアイバー型耐震連結板の破壊シミュレーション，鋼構造年次論文報告集第7巻，pp.23-30，1999.11. 4)小畑，栗原，後藤：高エネルギー吸収型耐震連結板の強度および変形特性，土木学会論文集，No.612/I-46,pp.239-249,1999.1. 5)首藤，松本，高橋，大野：高速載荷を受ける鋼材の動的応力-ひずみ関係モデル，土木学会第45回年次学術講演会，I部門，pp.486-487，1990.9. 6)長嶋：落橋防止装置の衝撃応答特性および設計法に関する研究，文部省科学研究費補助金 基礎研究，1997.3.

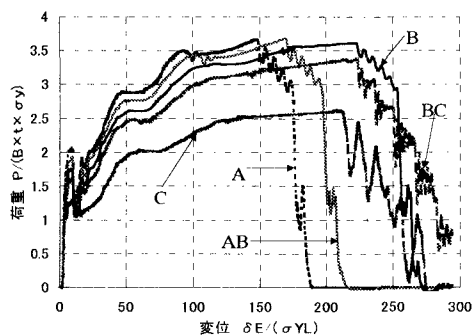


図-2 荷重-変位関係

表-3 伸び・最大荷重・吸収エネルギー

	P(kN)	δ (mm)	E(kN × mm)
TYPE-A	593.6	70.3	3.90×10^4
TYPE-AB	645.8	80.9	4.77×10^4
TYPE-B	695.3	105.8	6.78×10^4
TYPE-BC	718.8	106.1	6.96×10^4
TYPE-C	589.7	100.5	6.73×10^4

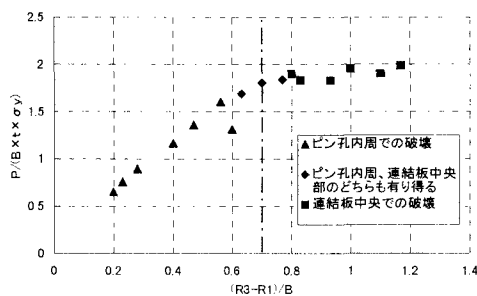


図-3 耐荷力と $(R_3-R_1)/B$ の関係

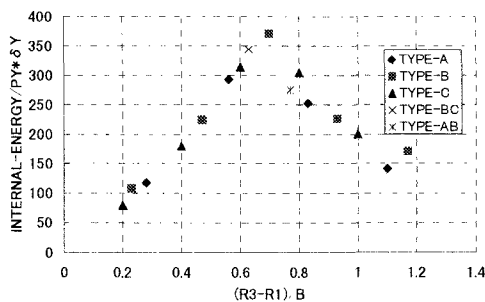


図-4 吸収エネルギーと $(R_3-R_1)/B$ の関係