

I-B 311

高エネルギー吸収型耐震連結装置の提案

愛知県 正員 大見 敬一
 名古屋工業大学 正員 小畑 誠
 名古屋工業大学 学生員 栗原 位充
 名古屋工業大学 正員 後藤 芳顯

1 はじめに

地震時の橋げたの落下は都市内の高架橋においてはそれ自身の機能が停止するだけではなく、下部交通路も遮断すると言う意味で絶対に避けなければならない被害形態である。これを避けるため都市内高架橋には落橋防止構造¹⁾が設けられていたにもかかわらず、阪神淡路大震災においては落橋の被害を受けた例が見られ、また落橋に至らなかったものの想定されなかったモードで落橋防止構造が破壊した例もあった。これらの被害状況を考えると現在の落橋防止対策は様々な見直しが必要であると考えられるが、なかでも既設橋梁の落橋防止対策と関連して特に重要なのは文献 2)にもあるが衝撃に対する強度や十分な変形能を落橋防止装置に持たせることであると思われる。そこで本研究は強度にすぐれ高いエネルギー吸収能を有するものの一例を提案し実験と解析の双方から考察を加えることを目的とする。

2 落橋防止装置の新しい設計法と連結板の形状の提案

ここでは既設鋼橋で数多く用いられている図1のようなピン、連結板、補強板からなる落橋防止装置を対象とする。高い変形能を持たせる部分としては連結板を考えるのが自然である。そこで設計荷重に対して取り付け部、補強部およびピンについては許容応力の範囲内でいわゆる弾性設計をする。そのうえで連結板に対しては用いる鋼材ののびやひずみ硬化等も考慮に入れた終局強度で設計するものとする。こうして終局状態を確定したうえで変形能に富む連結板を用いれば落橋防止装置全体として変形能に優れたものに行うことができる。また取り付け部や下部構造に対する影響を考えると落橋防止装置そのものが衝撃荷重を吸収する形状や構造を有するものであるものが望ましい。そこで図2にあるようなスリットを持つ連結板を用いるとピンがスリットを押し広げながら通過することにより必要な変形能、衝撃吸収能および強度を得ることが可能である。

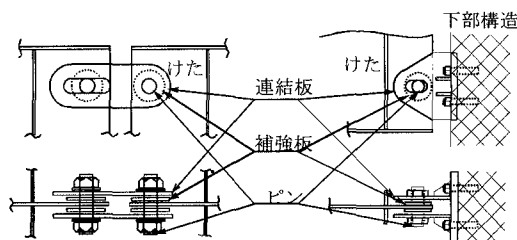


図1 連結板を用いる落橋防止装置

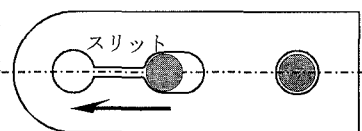


図2 スリットを持つ連結板

3 解析及び実験

ここで提案する連結板の終局挙動について解析および実験で明らかにする。解析は連結板全体ではなく図3の斜線の部分を対象とした。図3の連結板は左右対称ではないが、スリットのある側での変形が強度特性に支配的であるため解析はスリット側のみとしている。スリットの幅 $w=6.9\text{mm}$ と長さ $x=40.50\text{mm}$ について解析を行った。材料については材料実験を参考にピンは降伏強度 95kgf/mm^2 、引張り強度 114.5kgf/mm^2 とし、連結板は降伏強度 30kgf/mm^2 、引張強度 45kgf/mm^2 とした。また加工硬化則はべき乗則をピンと連結板に摩擦はないものとした。実際の数値解析には汎用有限要素法解析プログラム ABAQUS を用いた。

次に解析を行ったスリット型供試体の模型を実際に作成し引張り破壊試験を行い、スリットの幅や長さなどの形状や載荷速度等が耐荷力特性に与える影響を明らかにした。使用した材料は連結板は SS400、ピンは F10T である。ピンと連結板の摩擦も連結板の終局挙動に大きく影響する因子と考えられるが、摩

摩擦係数自体は評価しにくいためグリースを使用することにより摩擦をできるかぎり小さくした。静的載荷試験は通常の材料試験と同様に行い、高速載荷試験は引張り速度を 0.25,0.50,1.00m/s とした。

一例として $w=6\text{mm}$, $x=40\text{mm}$ の供試体に対する実験および解析結果を図4に示す。また最大荷重と吸収エネルギーを表1にまとめる。提案する連結板では適度に大きな荷重に抵抗しながらピンがスリットに入っていくことが求められる。この点に注目するとスリットの幅に関しては小さいものほどスリット入り口での荷重が高くなる結果となった。この荷重は終局強度のほぼ8割程度であった。またスリット出口の孔は応力集中をさけるためのストップホールのな役割をはたしているが、参考のため、この径を小さくした供試体についても静的載荷実験を行った。すると径が小さすぎるとピンがスリットに入らずスリットの無い側で連結板の破壊が観察された。表1によると静的載荷実験での吸収エネルギーはスリットの無いものに比べて約4倍となっており、スリットより非常に大きなエネルギーを吸収することができるとわかる。実験結果と解析値を比べると実験結果がやや大きくなっているがこれはピンと連結板との摩擦に加えて、初期不整による面外の変形によりピンとボルトの頭、ワッシャ等との摩擦の影響と思われる。しかしながら、全体としては図4に見るように解析結果は荷重変位曲線の基本的な特性はとらえており、ここで用いた数値解析法でも連結板の終局挙動の詳細な解析が可能であると考えられる。また載荷速度の影響についてはスリットを

入り口付近では多少荷重に差が見られるがスリットを通過している間ではその差が小さいことがわかる。全体としては高速載荷の方が強度、吸収エネルギーともに静的載荷よりも上昇している。

4 まとめ

落橋防止対策は下部構造、上部構造および支承を含めた橋梁全体を考えその地震時の挙動を考慮する必要があるが、地震エネルギーを吸収する部材を設置すること自体は有効ではないかと考えられる。本研究ではスリットにより大きな地震エネルギーを吸収することを可能にする落橋防止装置連結板の一例を提案し、実際に実験と解析より連結板が十分な変形能を持つように設計できることを明らかにした。

【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) 兵庫県南部地震道路橋震災対策委員会：兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様および復旧仕様の解説、1995.2.

【謝辞】この研究は土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会・耐震設計ワーキンググループから援助を受けました。

また実験においては新日本製鐵㈱のご高配をいただきました。ここに感謝します。

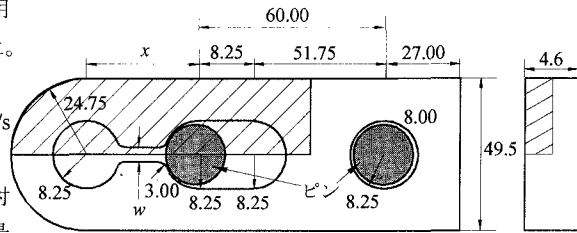


図3 供試体および解析モデル（単位 mm）

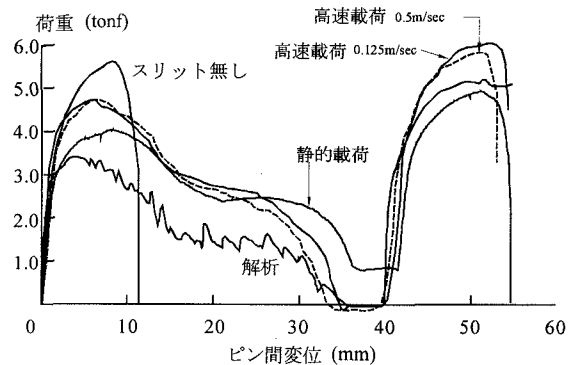


図4 荷重変位曲線

表1 吸収エネルギー (J)

供試体	吸収エネルギー(J)	Pmax(kgf)
解析	1052.5	5160
静的載荷	1426.0	4933
高速載荷 0.25m/sec	1605.8	6086
高速載荷 0.50m/sec	1495.5	5862
スリット無し(実験)	348.8	5608