

落橋防止装置連結板の耐荷力特性

○ 名古屋工業大学 正員 小畑 誠
愛知県 正員 鈴木五月
名古屋工業大学 正員 後藤芳顕
名古屋工業大学 正員 松浦 聖

1. はじめに

地震時における橋梁の上部構造の橋脚または橋台からの落下は、先の米国でのサンフランシスコ大地震においても改めて示されたように地震の被害をいっそう深刻なものにする重大な問題とされている。現在わが国では、すべての橋桁に対し、図1、2に示すような耐震連結装置落橋防止板を取り付けることになっているが、その設計法には用いた力学モデルを含め様々な問題がある。著者らは、これらの問題について詳細に検討を加え、弾性設計法の範囲内で既にいくつかの改善提案を行ってきた。¹⁾しかしながら、著者等が指摘したとおり、落橋防止装置の本来の目的を考えると、終局強度およびエネルギー吸収能に基づいた設計を行うことがより重要である。この点についても、著者等は実験、²⁾解析³⁾両側面からいくつかの報告を行ってきた。ここでは、特に落橋防止板の耐荷力特性を、大変形弾塑性解析によってより詳細に検討し、影響因子を含め明らかにする。

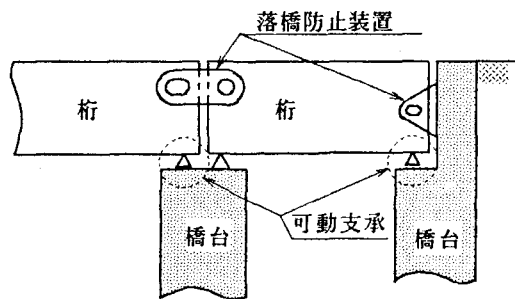


図1 橋梁の支承部

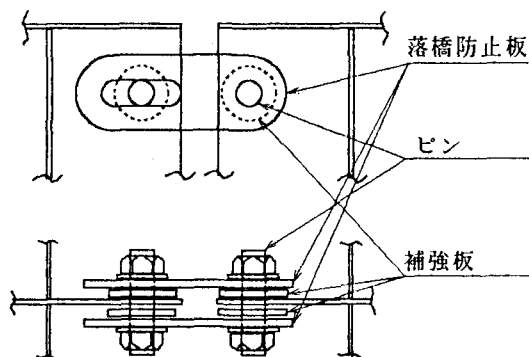


図2 落橋防止装置

2. 解析概要

弾塑性解析は大変形を考慮したものであり、数値解法としては更新ラグランジュ流に定式化した有限要素法を用いた。³⁾離散化に用いた要素はいわゆる定ひずみ三角形要素である。表1に材料定数をまとめて示す。等方的なひずみ硬化を考慮しひずみ硬化係数は表1のようにべき乗則で与えた。図3は今回の解析の対象とした現在一般に使用されている連結板の一例を示したものである。連結板の対称性を考えて、点線で囲まれたほぼ4分の1の部分のみを解析対象とした。境界条件はAB上でx方向の変位を与え、y方向のトラクションを0とした。そしてAとEをむすぶ対称線上でx方向のトラクションを0、y方向の変位を0とした。ピンは剛体とみなし、ピンとの接触部分円弧CDでの境界条件は、節点が円弧に沿って変位するものとした。ピンとの接触面ではクーロン摩擦が働くものとしている。また、節点での接触力が負になった場合はその節点はピンから離れたものとみなしている。

3. 結果と考察

解析結果は表2に最大耐力とそのときの伸びを実験結果とあわせて示す。ただし実験値の伸びはピン間変位である。いずれの場合についても最大耐力については、実験値と解析値はよく一致している。また最大耐

表1 計算に用いた諸定数

ヤング率: $E_0=20000(\text{kgf/mm}^2)$ 、ポアソン比: $\nu=0.3$ 、初期降伏応力: $\sigma_Y=30(\text{kgf/mm}^2)$	
加工硬化則: $\sigma_e = c (\epsilon_0 + \epsilon^p)^n$ 、摩擦係数: $\mu=0, 0.2$	
$c/\sigma_Y=2.333$ 、 $\epsilon_0=0.4286$ 、 $n=0.25$	
$\sigma_e = \sqrt{\frac{3}{2} \sigma'_{1j} \sigma'_{1j}}$, σ'_{1j} : 偏差応力、 $\epsilon^p = \int \sqrt{\frac{2}{3} D^p_{1j} D^p_{1j}} dt$, D^p_{1j} : 塑性変形率	

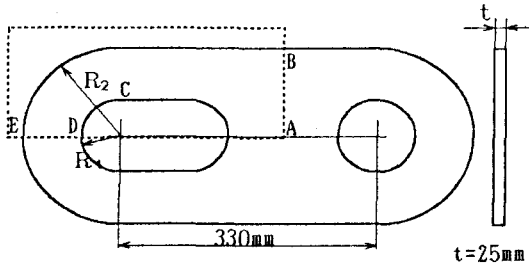
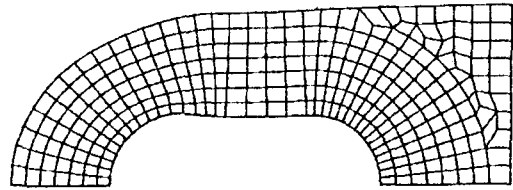


図3 落橋防止装置連結板



$R_2=125\text{mm}$, $\mu=0$, 荷重: 130ton

図4 変形後の形状

表2 実験値と解析値の比較

$R_1(\text{mm})$	$R_2(\text{mm})$	実験値		μ	解析値	
		耐荷力(ton)	ピン間変位(mm)		耐荷力(ton)	変位(mm)
50	125	133	75	0	138	55.5
				0.2	138	45.1
50	100	98.3	70	0	93.4	35.7
				0.2	95.0	31.7

力時の伸びについてもピン間変位を測定した実験値のほぼ半分前後から3分の2となっており、解析モデルが部分モデルであることを考えるとほぼ妥当な範囲にあると考えられる。円弧部とピンとの接触部の摩擦は最大耐力には影響していないが、摩擦のない場合の方がより大きな変形に耐え変形能に優れていることがわかる。図4は変形後の形状の一例を示したものである。ピンの接触端付近からくびれがはじまっており、最終的な破壊がこの付近で起こることを示唆しているが、これは実験において供試体の破断位置にほぼ対応したものととなっている。全体の変形形状も実験によって得られるものに近いものである。³⁾

4. まとめ

以上の結果から、本報告で行った大変形弾塑性解析によって落橋防止装置連結板の耐荷力および破壊特性をほぼ妥当に評価できることが示された。ピンとの接触部の境界条件は最大耐力にはほとんど影響しないが変形能すなわちエネルギー吸収能に大きく影響することが明らかになった。現実の設計では最大耐力のみならず高いエネルギー吸収能を問題とすべきであると思われるので、ピンとの接触部の扱いも重視すべきであると考えられる。

参考文献

- 1) 鈴木五月、後藤芳顯、松浦聖：構造工学論文集、Vol.34A, pp.341-350, 1988.
- 2) 鈴木五月、後藤芳顯、松浦聖：構造工学論文集、Vol.35A, pp.1011-1018, 1989
- 3) 鈴木五月、後藤芳顯、小畑誠、松浦聖：土木学会中部支部発表会講演概要集, 1989