

鋼橋の落橋防止連結板の静的破壊挙動の解析

九州大学 学生員 〇 荊山知広

九州大学 正 員 彦坂 熙

九州大学 正 員 劉 玉

防衛大学校 正 員 石川信隆

1 序論

兵庫県南部地震において、落橋防止連結板の破壊に伴う橋桁の橋脚や橋台からの落下事故が数多く見られ、既設の装置の耐震性能の改良が必要であることが明らかになった。しかし、これまで落橋防止連結板に関する研究は数少ない。そこで本研究は、落橋防止連結板の静的破壊挙動を剛体一バネモデルにより解析し、本解析モデルの妥当性を検証するものである。

2 解析供試体の概要

防衛大学校で通常ゴムが衝撃緩衝材として有効な性能を有している点に着目し、ゴムを巻き付けないピン、ゴムを巻き付けたピンを用いて落橋防止連結板の静的、動的破壊挙動について実験を行っている¹⁾。実験に用いた連結板は、実際に用いられている連結板の片側半分のみをモデル化したもので、寸法は図-1に示す通りであり、材質はSS400である。本研究の目的は解析モデルの妥当性を検証するもので、ピンの直径を60mm、50mm、40mm、30mmと変化させたゴムなしピンを用いて、静的載荷を受ける連結板について解析を行う。用いたピンの材質はS35Cである。

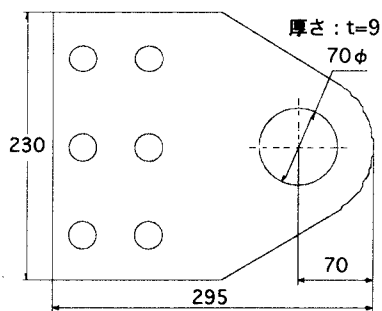


図-1 連結板供試体 (単位:mm)

3 解析方法

本解析では、連結板をランダムな形状の多角形要素に分割し、ピンを正多角形要素で表す。連結板は、図-2に示すような図-1の先端部分を解析モデルとし、要素数は2616個、節点数は1176個である。AB辺に設置した境界要素を固定し、ピンの中心にY軸方向の変位を与える。

シミュレーションモデルとしては、剛体一バネモデルを用い、連結板内孔の要素とピン要素の間に予め垂直バネおよびせん断バネを設定することにより連結板とピンの接触を考慮する。垂直バネには、連結板とピンが接触すると剛度を与え、応力が引張になると再び剛度を0にする。

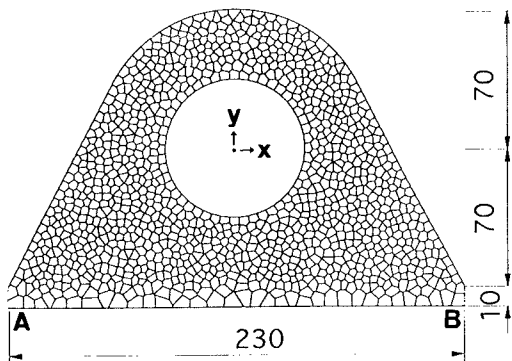


図-2 連結板の要素分割 (単位:mm)

連結板は平面応力状態と仮定し、各要素境界面に分布する垂直バネとせん断バネのバネ定数 k_n 、 k_s の計算には次式を用いる。

$$k_n = E / ((1 - \nu^2) (h_1 + h_2))$$

$$k_s = E / (2 (1 + \nu) (h_1 + h_2))$$

ここに、 h_1 、 h_2 は隣接する2つの要素の重心から要素境界辺上に下した垂線の長さであり、 E 、 ν はヤング率とポアソン比である。

降伏判定はミーゼス条件を用い、降伏後のバネ剛度は硬化係数を $H=0.01$ とし関連塑性流れ則に基づいて計算する。降伏したバネの応力状態が破壊面に達するとそのバネの応力を解放する。

4 解析結果および考察

図-3にピンの荷重-変位関係を示す。実験結果と同様に、ピンの直径が大きくなるに従い、最大荷重が大きくなることが分かる。また最大荷重の値も実験値よりも少し低いが、概ね一致している。

図-4に実験と解析での連結板の破壊状況を示す。解析での連結板の破断位置は、ピン径60、30ともに実験での破断位置と良く一致している。連結板の破壊は、最初ピン接触端部付近や連結板の頂点付近で起こり、その後徐々に周囲に進行している。各ピンを比較してみると、ピンの直径が大きくなるに従い破壊領域が大きくなっている。これは、ピン径が大きい方がピンと連結板の接触面積が大きくなるためと思われる。

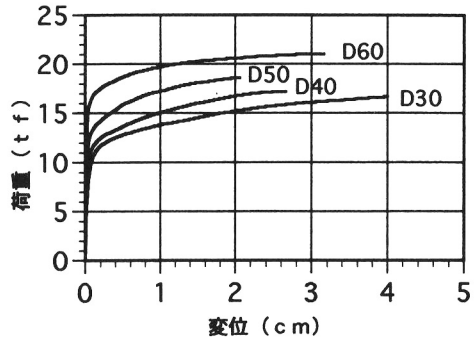
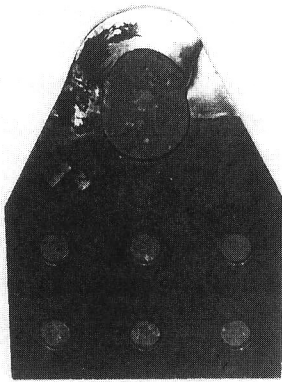
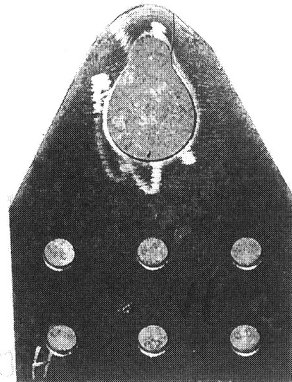


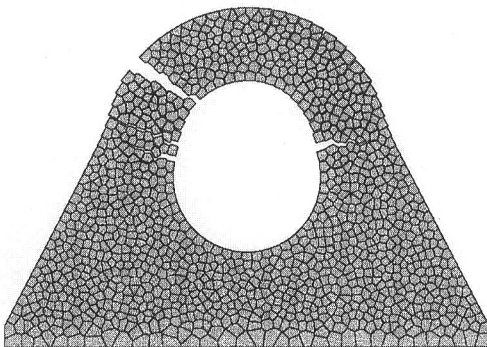
図-3 ピンの荷重-変位関係



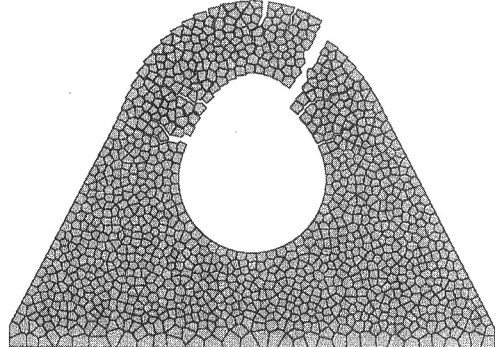
実験 (ピン径60)



実験 (ピン径30)



解析 (ピン径60)



解析 (ピン径30)

図-4 連結板の破壊状況

5 まとめ

本解析において、落橋防止連結板の静的破壊挙動を概ねシミュレートすることができ、本解析モデルの妥当性が明らかにされた。しかし、連結板の座屈、ゴム巻きピン、高速載荷の場合など多くの課題があり、今後はこれらを考慮する必要がある。

参考文献

1) 石川信隆、彦坂照他：ゴム巻きピンを用いた落橋防止連結板の衝撃緩衝効果について、第3回落石等による衝撃問題に関するシンポジウム講演論文集 (1996年5月)