

落橋防止連結板の静的破壊挙動の数値シミュレーション

九州大学 学生員 穴水 宏和

九州大学 正会員 彦坂 熙

九州大学 正会員 劉 玉攀

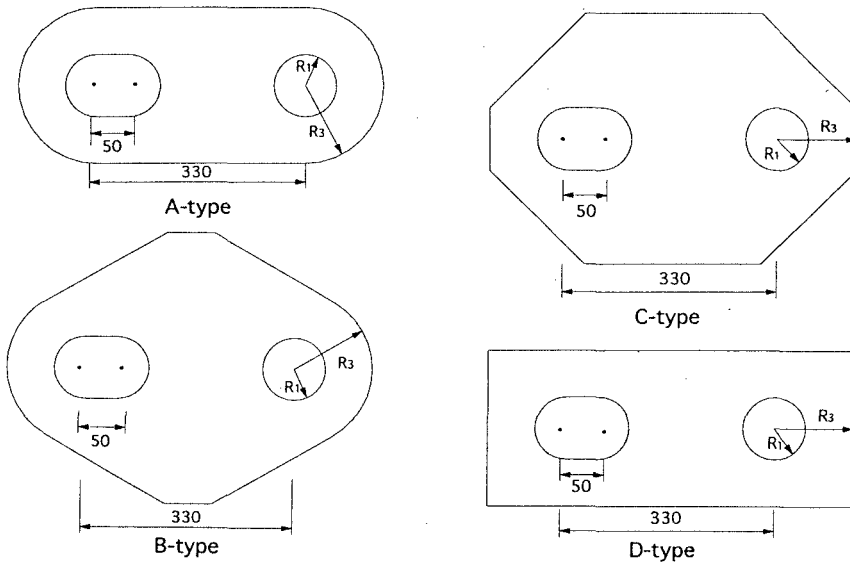
九州大学 学生員 荊山 知広

1. 序論

橋梁の上部構造には、地震時の落橋を防止するための落橋防止装置が設けられている。既存の落橋防止連結板には様々な形状のものがみられるが、形状の違いによる明確な設計基準は示されておらず、各機関の設計指針は統一されていない。本研究ではピンと連結板の接触を容易に考慮できる剛体-バネモデルにより弾塑性解析を行い、連結板の形状の違いによる応力集中および静的破壊特性を考察する。

2. 供試体の形状・寸法

これまで各種形状の連結板供試体の破壊実験¹⁾が行われており、図-1に実験に用いられた連結板の形状・寸法の例を示す。本解析では各種形状間で結果が比較できるように $R_3/R_1=2.5$ と統一して、 R_1 、 R_3 をそれぞれ50mm, 125mmとした。連結板の材質はSS400であり、ピンの材質はS35CNである。また、円孔孔径とピン径の比は1.02である。

図-1 連結板供試体(単位:mm.厚さ $t=25\text{mm}$.)

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ボロノイ分割し、ピンを正多角形要素で表す。図-1に示した連結板の円孔側半分を解析モデルとし、図-2に供試体A-typeの要素分割例を示す。AB辺に設置した境界要素を固定し、ピンの中心にX軸方向の変位増分を与える。本研究では、2次元の剛体-バネモデルをシミュレーションモデルとして用いる。剛体-バネモデルは接触現象を比較的簡単に表せるといふ点に特長を有する。ここで連結板内孔縁要素とピン要素の間に予め垂直バネ、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(非接触)になると再び

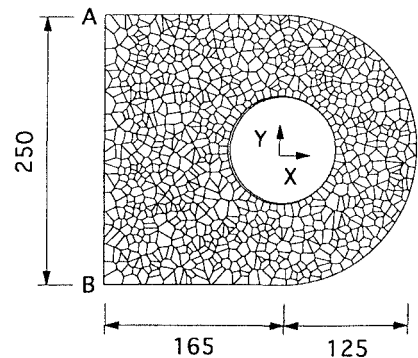


図-2 供試体の要素分割(単位:mm.)

剛度を 0 にする。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。

$$k_n = \frac{E}{(1-\nu^2)(h_1+h_2)}, \quad k_s = \frac{E}{2(1+\nu)(h_1+h_2)}$$

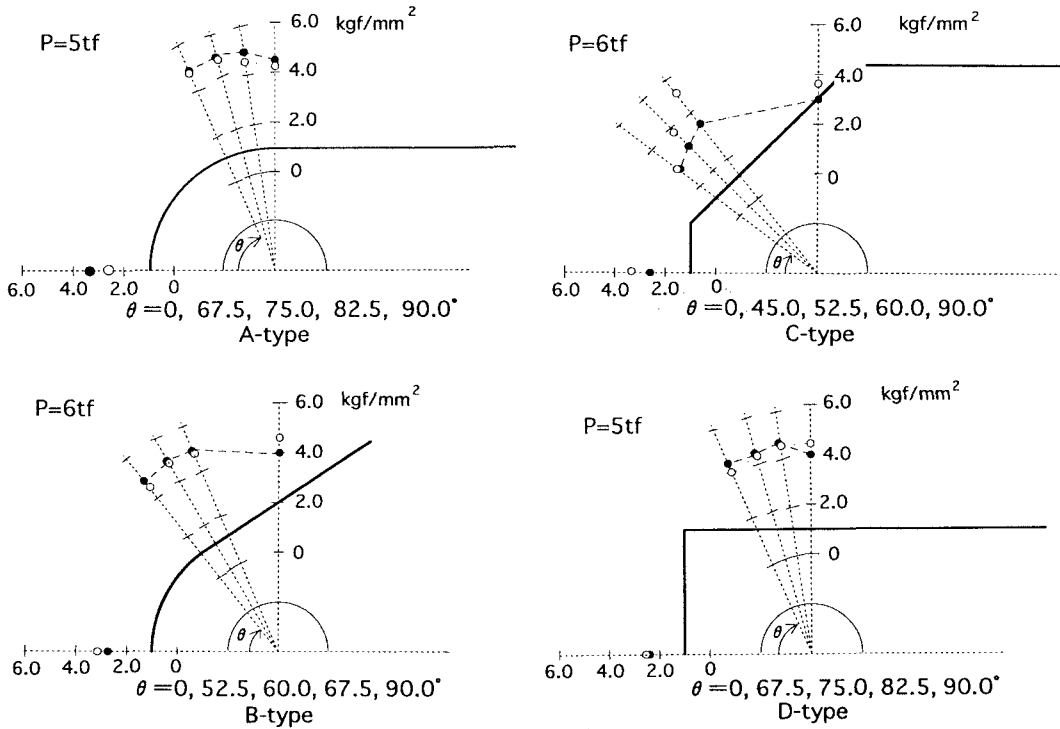
ここに、 h_1 、 h_2 は隣接する 2 つの要素の重心から要素境界辺上に下した垂線の長さ、 E 、 ν はヤング率とポアソン比である。降伏条件はミーゼス条件を用い、降伏後のバネ剛度は硬化係数を $H=0.005$ とし関連塑性流れ則に基づいて計算する。降伏したバネの応力状態が破壊面に達するとそのバネの応力を解放する。

4. 解析結果および考察

表－1 に解析における連結板の最大荷重およびピン中心の最大変位を示す。表－1 より各供試体の最大荷重は約 130tf で形状により大差は無く、実験結果ともよく一致している。最大変位に関しては形状により差があることが分かる。図－3 に連結板の弾性段階における引張応力分布を示す。 $\theta=0^\circ$ の位置では連結板外縁における引張応力を、それ以外の点では孔縁における引張応力を示している。応力分布の解析結果は実験結果とよく一致している。最大引張応力の発生位置は A,D では $\theta=75^\circ$, B,C では $\theta=60^\circ$ 付近で発生しており、各形状ともに現行照査点である $\theta=0^\circ$ 、 90° の位置では最大応力は発生していない。以上の結果より、本解析モデルの妥当性が明らかにされたと言える。

表－1 連結板の最大荷重および最大変位

	最大荷重(tf)	最大変位(mm)
A-type	129	34.3
B-type	127	25.9
C-type	134	39.4
D-type	133	32.2



図－3 弾性段階での引張応力分布 (○：解析値、●：実験値)

参考文献

1) 鈴木五月他：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年3月。