

既設鋼製支承(BP-A)の水平耐荷力に関する解析的研究

名古屋高速道路公社 正会員 ○長谷川秀也 前野裕文
日本橋梁建設協会 正会員 長坂康史
ヤマト設計(株) 正会員 野中哲也 折野明宏

1. まえがき

高架橋の耐震補強工事において、水平耐荷力の検討が必要になった鋼製支承に対し静的耐荷力実験を実施した。引きつづきこの実験と同じ条件で、亀裂を考慮した鋼製支承の破壊解析を試みた。解析モデルは、亀裂を表現するため、あらかじめ亀裂が発生する位置に亀裂用の要素を挿入した。この解析により、鋼製支承の水平耐荷力が実験結果とほぼ一致することがわかった。

2. 実験結果の支承の破壊状況

実験は、3ケース（Case-1：固定 BP-A 支承-橋軸方向載荷，Case-2：可動 BP-A 支承-橋軸方向載荷，Case-3：固定 BP-A 支承-橋軸直角方向載荷）について実施したが、ここでは Case-1 について述べる。写真-1 は、上沓の破壊状況について示したものであり、切り欠き部に亀裂が発生しているのがわかる。

3. 支承全体の非線形解析

(1) 解析モデル

支承のどこに応力集中するかを検討するため、まず図-1 に示すように支承全体をモデル化した。解析は、下沓と上沓の接触部分等に、摩擦を考慮した接触要素を入れた静的非線形解析である。なお、ここでは、材料は線形と仮定している。荷重載荷方法は、実験と同様に静的な荷重（強制変位）とした。

(2) 解析結果

支承全体の解析の結果、上沓の切り欠き部に応力が集中し、この部分から降伏しはじめることが確認できた。降伏した時点での上沓部の主応力分布図を図-2(a)に示す。これに対する実験結果を同図(b)に示す。2つの図より、解析結果の応力流れが実験結果とよく一致しているのがわかる。

4. 亀裂を考慮した非線形解析

(1) 解析モデル

前述の解析で、上沓の切り欠き部が弱点であることがわかったため、上沓に着目し図-3のようにモデル化した。本来、実験で観察された亀裂を伴う破壊解析では、本格的な亀裂解析を行わなければ厳密な現象はわからない。しかしながら、3次元亀裂解析が現時点において研究段階であることから、ここでは汎用解析ソフトウェアを用いた擬似的な亀裂解析を試みた。

実験結果（写真-1 参照）のような亀裂を考慮するため、あらかじめ亀裂が発生する位置に亀裂が表現できる非線形パネを定義した。本実験において上沓ストッパー付根部から概ね45度方向に亀裂が発生したため、この方向にこの非線形パネ要素を配置した。この非線形パネ要素は、最大引張応力以上になったときに要素が切れるようになっている。上沓の解析モデルとしては応力が集中するところを細かく要素分割し、切り欠き部の下沓との接触部分に摩擦を考慮した接触要素を入れた。下沓と上沓の材料構成則に



写真-1 下沓の破壊状況(Case-1)

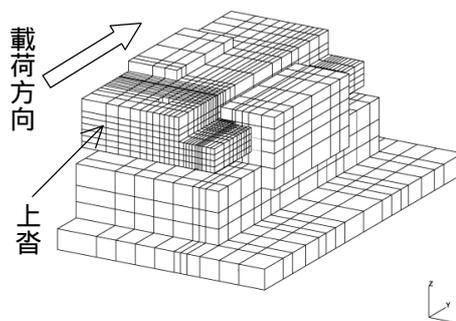


図-1 支承全体のモデル化

キーワード：既設鋼製支承，FEM 解析，水平耐荷力，亀裂

連絡先：〒462-0844 名古屋市北区清水 4-17-30（名公社黒川ビル） TEL 052-919-3202 FAX 052-919-3240

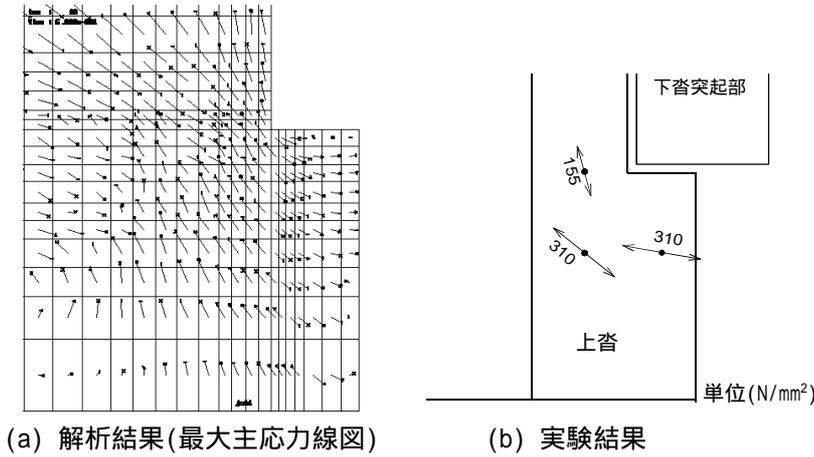


図-2 降伏時の発生応力状態

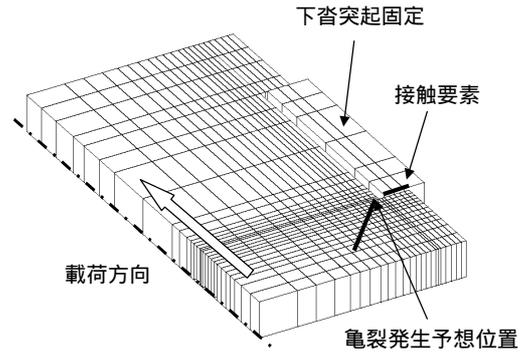


図-3 上沓の解析モデル

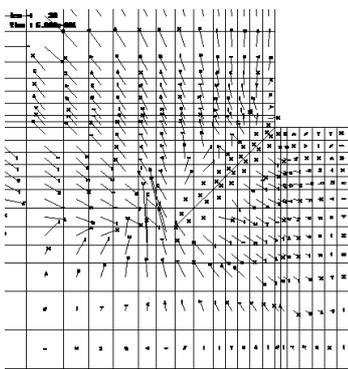


図-4 亀裂を考慮した解析結果

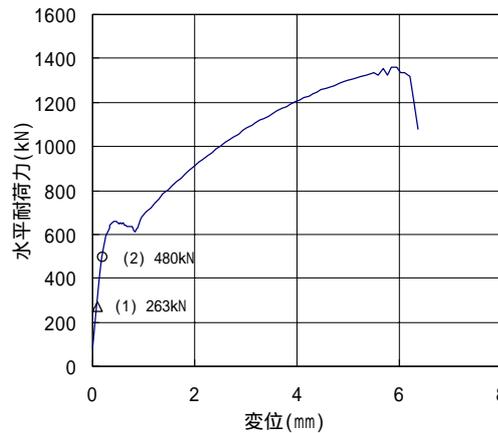


図-5 解析結果の荷重-変位履歴曲線

表-1 水平耐荷力

実験値 (kN)	破断荷重	1601
	平均値	1745
FEM解析値 (kN)		1673
		(+250)
比率 (実験/解析)		1.06

()内は摩擦抵抗力を示す。

は、供用後 23 年を経過した支承から取り出した試験片の材料試験結果をもとに求めた応力 - ひずみ関係を用いた。

(2) 解析結果の評価

水平耐荷力時の上沓部分の最大主応力分布を示すと図-4 のようになる。亀裂が発生した部分（非線形バネ要素が最大引張応力以上になった部分）も同図内に実線で示している。また、破壊に至るまでの荷重 - 変位曲線を図-5 に示す。この図内に、切り欠き部の 1 要素において最初に降伏(1)および亀裂が発生(2)したときの位置も示している。これより、最初に亀裂が発生してから荷重が増加することがわかる。ただし、1 要素での評価は、要素分割に依存するため、ここで示した降伏および亀裂は、図-3 のように要素分割した場合のものであることに注意が必要である。

水平耐荷力について解析結果と実験結果を比較すると表-1 のようになる。この表から、本解析モデルで概ね水平耐荷力を推定できていることがわかる。なお、ここで示した解析モデルは上下沓の摩擦接触面をモデル化していないため、実験から得られた摩擦力を加えた。

5. まとめ

1) 汎用解析ソフトウェアにて、亀裂破壊解析を行う場合のモデル化について示した。

2) 本モデル化により、鋼製支承の水平耐荷力を FEM 解析で推定できることが確認できた。

今後の課題として、地震を想定した動的載荷および衝撃を考慮した解析を検討していく必要がある。

なお、本実験については、愛知工業大学耐震実験センターで実施しました。実験およびデータ整理に際し青木教授にご指導ご助言承り感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 長谷川秀也ら：既設鋼製支承(BP-A 支承)の水平耐荷力に関する実験的研究, 第 57 回土木学会年次学術講演会, 投稿中, 2002.9.
- 2) 森重行雄ら：BP-B 支承の水平荷重下での挙動, 第 54 回土木学会年次講演会, pp438-439, 1999.9