

中空断面を有する壁式橋脚のせん断耐力に関する検討

A study on Shear Strength of Wall-type Pier with Hollow

北武コンサルタント株式会社
北武コンサルタント株式会社
独立行政法人土木研究所寒地土木研究所
独立行政法人土木研究所寒地土木研究所

正会員 ○笠井 尚樹 (Naoki Kasai)
正会員 渡邊 忠朋 (Tadatomo Watanabe)
正会員 三田村 浩 (Hiroshi Mitamura)
正会員 西 弘明 (Hiroaki Nishi)

1. 目的

壁式橋脚の橋軸直角方向のように、せん断スパンと有効高さの比が小さいディープビーム部材では、斜めひび割れが進展した後も、ストラットタイ構造が形成されることによりコンクリートのせん断耐力が増加することが知られている。

しかし、中空断面を有するディープビーム部材におけるせん断耐力の検討事例は多くない。

そこで、本検討では中空断面を有する壁式橋脚の橋軸直角方向について、2次元有限要素解析を行い、せん断強度に関する検討を行った。

2. 検討概要

2.1 検討対象構造物

本検討で検討対象とした構造物は、既設構造物を想定した中空断面を有するRC壁式橋脚とした。(図2.1)

橋脚高さは13.0m、橋脚幅は27.40mであり、軸方向鉄筋はD51を150mm間隔で2段配置である。せん断補強鉄筋にはD19を125mm間隔で配置している。(図2.2)

また、橋脚は支承を介して上部構造を支持していることとし、死荷重反力として、162,800kNを考慮した。

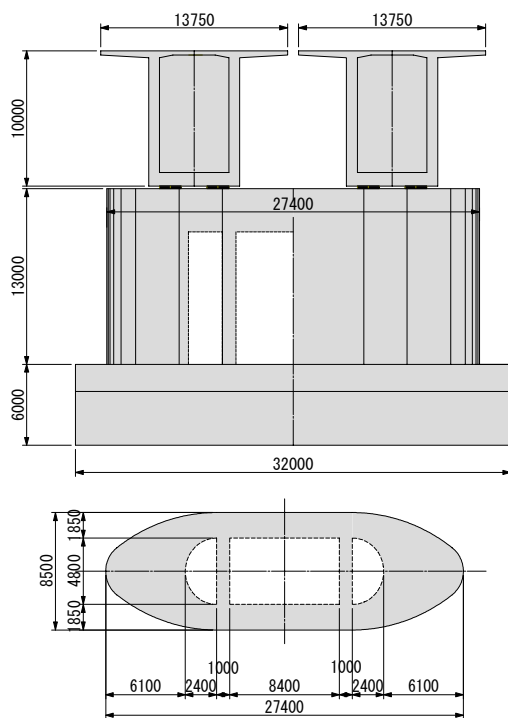


図 2.1 検討対象構造物

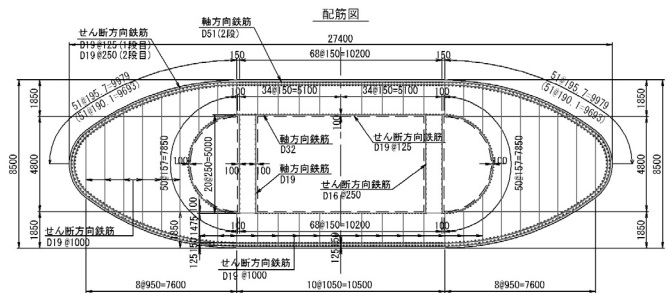


図 2.2 橋脚柱配筋図

2.2 解析モデル

解析モデルは2次元平板要素を用いたモデルである。メッシュを図2.3に示す。フーチングおよび主桁要素(上部工慣性力作用位置までの仮想部材要素)は弾性要素とし、橋脚躯体には後述する、非線形材料構成則を適用した。

本モデルは2次元解析ではあるが、奥行き方向の不連続性を可能な限り忠実に再現している。図2.4に奥行き方向モデル化のイメージ図を示す。橋脚躯体の中空部における要素厚さを変化させる事で、奥行き方向の不連続性を擬似的に再現している。

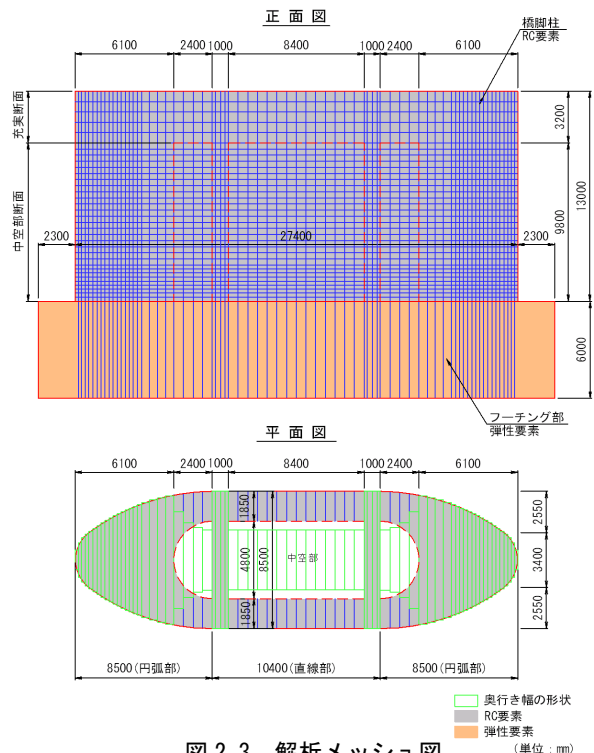


図 2.3 解析メッシュ図

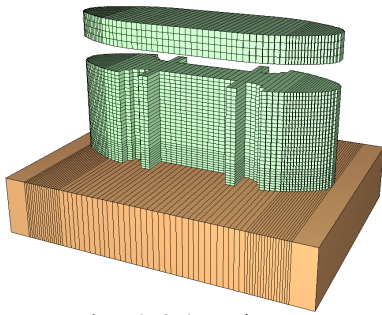


図 2.4 奥行き方向モデル化のイメージ

2.3 材料構成則

橋脚躯体に非線形材料構成則を与え、その他の部分は弾性体としてモデル化した。

橋脚躯体の RC 要素には、分散ひび割れモデルに基づく鉄筋コンクリートの履歴依存型非線形構成則を適用した。コンクリートの圧縮強度 38N/mm^2 、引張強度 2.600 N/mm^2 、ヤング率 $3.00 \times 10^4\text{ N/mm}^2$ 、ポアソン比 0.2 である。鉄筋は降伏強度 354N/mm^2 (SD295 $\times 1.2$ 倍)、ヤング率 $2.00 \times 10^5\text{ N/mm}^2$ とした。

3. 解析方法

解析は、上部工慣性力作用位置において水平方向に漸増荷重を作用させる、静的単調載荷解析によって行った。

(図 3.1)

上部工死荷重反力は、支承位置に作用させた。

解析には、WCOMD (FORUM8) を使用した。

なお、本検討においては鉄筋の抜出しの影響は考慮しないこととし、柱下端における境界条件を固定として解析を行った。

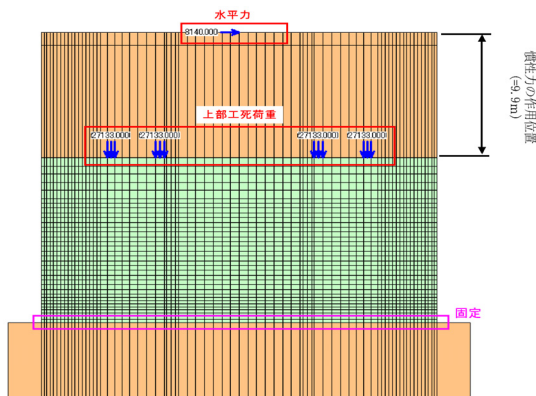


図 3.1 荷重の載荷

4. 解析結果

図 4.1 に、破壊時のひび割れ図を示す。

図 4.2 には、破壊時の変形図を示す(変形倍率 20 倍)。

図 4.3 には、荷重変位関係を示す。図中には、道路橋示方書に示される手法で算定されたせん断耐力を併せて示す。耐震設計編の手法によるせん断耐力は、(図中の道示 V) 正負交番繰返し作用による低減係数 C_c は考慮していない。

解析の結果、水平荷重が約 $150,000\text{kN}$ を超えたところで、橋脚基部の軸方向鉄筋が降伏するが、その後も橋脚の耐力は上昇を続けた。約 $250,000\text{kN}$ でせん断方向の鉄筋が降伏し、耐力の上昇はゆるやかになり、水平荷重が約 $370,000\text{kN}$ となったところで解析上、橋脚基部の要素

が破壊すると判定され計算は終了した。

表 1 に、道路橋示方書に示される手法で算定されたせん断耐力との比較結果を示す。表 1 より、本解析で算定されたせん断耐力は、道路橋示方書-耐震設計編の手法で算定されるせん断耐力の 3.8 倍、下部構造編の手法で算定されるせん断耐力の 2.5 倍程度となった。

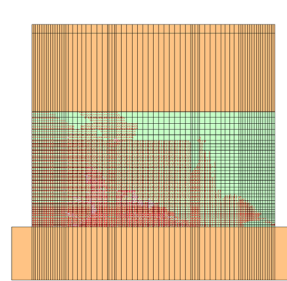


図 4.1 ひび割れ図

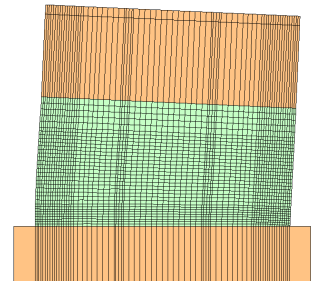


図 4.2 変形図

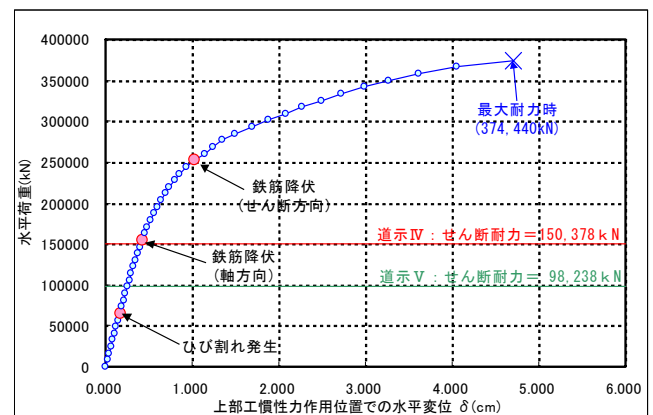


図 4.3 荷重-変位関係

表 1 せん断耐力の比較

	せん断耐力 (kN)
① 有限要素解析結果	374440
② 道示 V	98238
③ 道示 IV	150378
①/②	3.81
①/③	2.49

5. まとめ

中空断面を有するディープビーム部材のせん断による破壊過程は、現状では具体的な検討が少ないと考えられる。このような観点のもと、本論文では既設構造物を想定した中空断面を有する RC 壁式橋脚を例に、2 次元有限要素解析を用いてせん断破壊の計算を行い、現行の設計基準である道路橋示方書のせん断耐力式との比較を行った。

有限要素解析による破壊の判定は、RC 要素のひずみで定義を行ったが、道路橋示方書のせん断耐力式よりも 2.5 倍、あるいは 3.8 倍となる結果が得られ、現行の設計基準ではせん断耐力は比較的 safety 側に設定されていると考えられる結果が得られた。

本研究は中空断面を有するディープビーム部材のせん断耐力に関する基礎的な検討であり、今後、せん断破壊の破壊過程や、鉄筋比などのパラメータの変化による影響なども検討したい。