

鋼製橋脚アンカー部の単調載荷実験

愛知工業大学 学生員 ○廣江 昭博 正会員 青木 徹彦

1. はじめに

地震時終局挙動について橋梁など地上構造物に関する検討が各研究機関で盛んに行われてきた.しかし地中構造物(アンカー部)の耐震設計手法の開発や設計基準への反映は、必ずしも十分に行われていないのが現状である。そこで本研究では矩形断面鋼製橋脚アンカー部¹⁾の単調載荷条件時の終局挙動および橋脚全体の地震時挙動を解明するため,大型模型による載荷実験を実施し,考察を行った。

2. 実験概要

(1) 実験方法

本研究で使用する載荷装置を図 1 に示す.死荷重を想定した一定鉛直荷重(426kN)を 1000kN アクチュエータ 1 基用いて作用させ,地震による上部水平荷重を想定した水平荷重を 2000kN アクチュエータ 2 基用いて一方向に載荷する単調載荷実験を実施する.供試体は,実構造の 1/5 モデルを使用し,杭方式アンカーフレーム構造を有する矩形断面鋼製橋脚とフーチングコンクリートで構成する.基部から載荷点高さまでの距離 $h=1700\text{mm}$ とする。

(2) 供試体の設計

供試体の設計条件を表 1 に,材料定数を表 2 示す。

- a)設計荷重：圧縮側外縁アンカーボルトの作用応力となる上部工重量を求め許容応力の 1.7 倍となる設計基部モーメント 217(kNm)を設定した.なお,アンカーボルトの許容応力度の割り増し率 1.7 は地震時の荷重組み合わせを想定したものである.アンカーボルトの引張試験結果を図 3 に示す.降伏応力 $\sigma_y=314(\text{N}/\text{mm}^2)$ である.
- b)アンカーフレーム：地震時の許容応力度の割り増し率を考慮して設計を行う.橋脚基部に作用する鉛直力,曲げモーメントなどの外力は,すべてアンカーボルトを介してフーチングコンクリートに伝達され,橋脚ベースプレートからフーチングコンクリートには伝達されない.
- c)フーチングコンクリート：アンカーフレーム自体の終局挙動を観察するため,アンカーボルトの破断荷重まで曲げおよびせん断破壊をおこさない強度を有する設計を行う.配筋図は図 2 に示す.
- d)脚柱：橋脚は,アンカーフレームへの載荷ジグとして取り扱うため橋脚には外リブを設け,十分な補強を行い,アンカーボルトの破断荷重まで弾性を保つような設計とする。

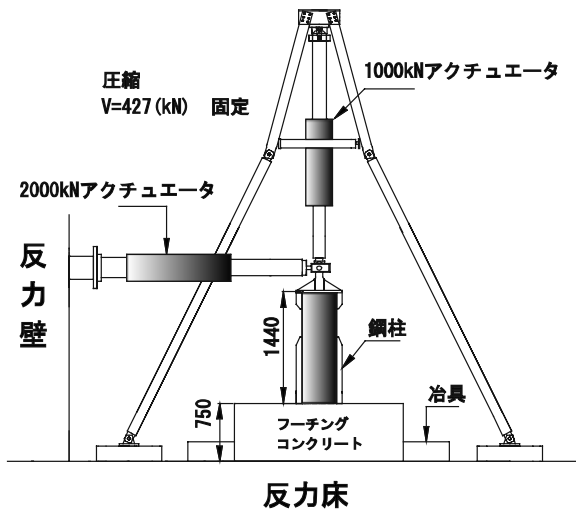


図 1 実験概要図

表 1 設計条件

アンカーボルト	S45CN $\sigma_{sa}=186.2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
鋼脚柱	矩形断面鋼脚柱 SM490Y 約 1/5 模型相当,高さ:1440(mm)
アンカービーム	SM490Y $\sigma_{sa}=205.8 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ *
ベースプレート	SM490Y $\sigma_{sa}=205.8 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ *
鉄筋	SD295 $\sigma_{sa}=176.4 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ *
フーチングコンクリート	2200 × 2200 × 750 (mm)

σ_{sa} :許容応力度

キーワード 鋼製橋脚,アンカー部,単調載荷

連絡先 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 TEL 0565-48-8121 FAX 0565-48-3749

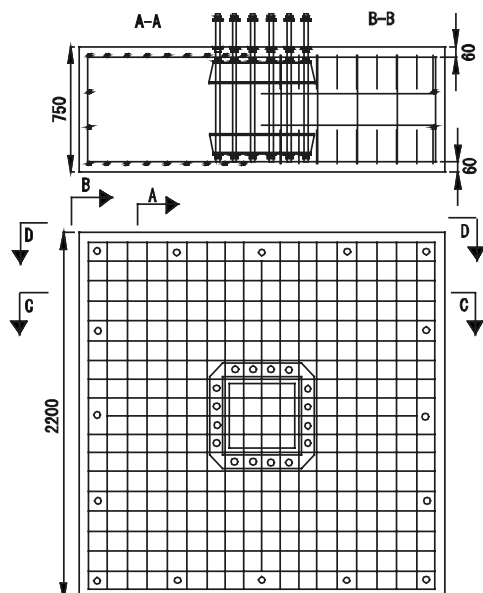


図2 フーチングコンクリート配筋図

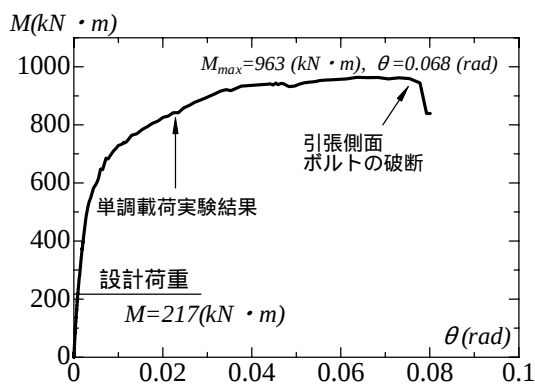


図4 基部モーメント - 相対回転曲線

3. 実験結果

本実験で得られた基部モーメント M と相対回転角の関係を図4に示す。基部モーメント $M=500(\text{kNm})$ 、相対回転角 $\theta=0.034(\text{rad})$ 前後まではほぼ弾的な挙動を示し、アンカーボルト全体の剛性が低下しながら、基部モーメントが増加する傾向が見られる。降伏モーメントは $M_y=245.2\text{kNm}$ である。その後の最大モーメント $M_u=963(\text{kNm})$ （設計荷重の4.4倍）以降の引張側外縁角部のアンカーボルトの破断に伴う急激な荷重の低下により実験は終了した。

図5は縦軸にアンカーボルトのひずみ値、横軸に配列方向を示している。荷重の載荷方向は図の左から右へ向かうものである。 $M=200(\text{kNm})$ 、 $400(\text{kNm})$ 程度の低荷重域ではほぼ直線的に推移する。また高荷重域でもほぼ直線的に推移したことからフーチングコンクリートの付着の影響はほとんど無かったと考えられる。

4. まとめ

矩形断面鋼製橋脚アンカー部の単調載荷条件下での終局挙動特性を解明するため、単調載荷実験を実施した。本研究で得られた結果を以下にまとめて示す。

1. 単調載荷時の最大基部モーメントはアンカー部の降伏モーメントの3.9倍に相当する。
2. 今回実験した基準降伏変位 δ_y の34倍までの変位履歴範囲では、アンカーボルト破断など急激な荷重の低下はなく最大基部モーメント以降、ほぼ安定した基部モーメントを示す。
3. アンカーボルトのひずみ分布は、引張側外縁アンカーボルトが圧縮側のひずみに比べて常に先行して高い値を示し、高荷重域でもその傾向が見られたため、アンカーボルトとフーチングコンクリートに付着は無かったと考えられる。なお、本実験は愛知工業大学 耐震実験センターで行った。

参考文献

- 1) 前野, 後藤ら : アンカーボルトを用いた鋼脚柱定着部の耐荷力実験, 構造工学論文集 Vol.39A, pp.1321-1334, 1993

表2 材料定数

アンカーボルト	$\sigma_{sy}=314.4 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
アンカービーム	$\sigma_{sy}=308.7 \text{ (N/mm}^2\text{)}^*$
ベースプレート	$\sigma_{sy}=308.7 \text{ (N/mm}^2\text{)}^*$
フーチングコンクリート	$\sigma_{ck}=42.4 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
ベース下モルタル	$\sigma_{ck}=55.0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

σ_{sy} : 降伏応力度, σ_{ck} : 圧縮強度, * 公称値

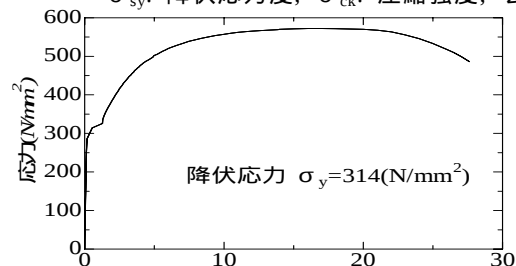


図3 アンカーボルト引張試験結果

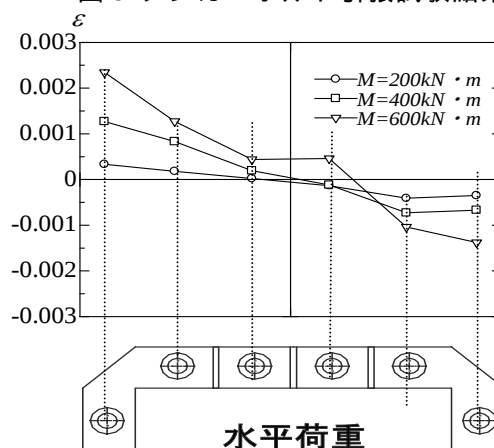


図5 アンカーボルト配列方向ひずみ分布図