ラジアルゲートの損傷過程と耐荷力特性に関する実験的検討

財団法人電力中央研究所	正会員	○齋藤	潔
財団法人電力中央研究所	正会員	山本	広祐

1. はじめに

ダムの付属構造物の中でも重要度の高いダムゲートについて、大規模地震に対する耐震性能の評価が行われ るようになってきた.ダムゲートを対象とした大規模地震時の損傷過程と終局限界状態に関する実証的な検討 は事例が少ないため、著者らは静的単調載荷によるラジアルゲートの耐荷力特性の検討を進めてきた^{1,2)}. 一 方、耐震性能照査の際に必要となる部材の座屈や塑性化を考慮した非線形動的解析については、実用的な手法 や解析精度の検証方法が整備されていない状況にある.そこで、解析手法の構築と検証に活用するデータを取 得するために、水圧により軸圧縮力が作用するラジアルゲート脚柱部を対象に、模型を用いた水圧荷重(常時 熱水匹花香土地震時動水匹花香)を描述した整め

静水圧荷重+地震時動水圧荷重)を模擬した静的 載荷実験を行った.

2. ラジアルゲート脚柱部模型

ラジアルゲート脚柱部を対象に,代表的な脚柱 間連結構造であるNトラス形式とラーメン形式に ついて,図1に示す実機の1/4縮尺模型(2本脚柱) を各1体製作した.ゲート支承部は,トラニオンハ ブ,トラニオンピンおよび軸受により構成される. また,脚柱が主桁に接合する位置に固定用プレー トを設置した.2本の脚柱はいずれも同一なH形断 面であり,一般構造用溶接軽量H形鋼(SWH400材) を用いて高さ150mm,幅75mm,ウェブ厚3.2mm,フ ランジ厚4.5mmの断面寸法とした.脚柱間連結部材 は山形鋼と平板を接合した断面とし,板厚2.3mm

のSS400材を用いた.脚柱間連結部材で区切られた脚柱の3区間 は、いずれも同一の長さとした.トラニオンピンとトラニオン ハブは、グリース塗布により円滑に回転できるように製作した. 脚柱とトラニオンハブの接合箇所には、厚さ4.5mmのカバープ レートを設けた.模型は、溶接接合により製作した.

3. 耐荷力実験

耐荷力実験は油圧式1軸試験機で行った.模型下部の固定用 プレートを載荷ベッドに固定し,図2に示すように模型上側か ら鉛直方向に,変位制御による静的一方向載荷の途中に除荷と 再載荷を行う載荷を行い,最大荷重時変位の2倍までの損傷過 程を把握した.載荷荷重は模型上部のロードセルで計測し,載 荷方向の変位と脚柱のたわみは変位計で計測した.また,脚柱 断面のひずみを計測し,各脚柱に均等に軸力が作用するように 調整した.脚柱と脚柱間連結部材のフランジに反射ターゲット

ロードセル トラニオンバ バープレート 300 ·助柱· (H形断面, 高さ:150 幅:75, ウェブ厚:3. フランジ厚:4.5) 22.8 2108 2150 600 脚柱間 連結部材 (コ形断面, ウェブ ・フランジ厚2.3) <u>8</u>00 固定用ポレ 850





(a)N トラス形式模型 図 2 最大変位時の変形状況

キーワード ダムゲート, 耐震, 耐荷力特性, 静的載荷実験

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646 (財)電力中央研究所地球工学研究所構造工学領域 TEL04-7182-1181



を設置し、載荷前および載荷中にデジタル写真による変位計測を行った.載荷点での鉛直方向の荷重-変位関係(図3)は、いずれの模型でも最大荷重の2/3程度まで直線的となっており、その後、材料の一部塑性化により 勾配が緩やかとなり最大荷重に達した.また、いずれの模型でも損傷形態は架構面内の座屈であった(図2).N トラス形式では、最大変位時(最大荷重時変位の2倍)に荷重が最大荷重の68%で除荷剛性が初期剛性の72%で あり、脚柱間連結部材で区切られた脚柱の一区間にたわみ変形が発生した(図2(a),図7(a)).一方ラーメン形

式では、座屈後の荷重と除荷剛性の低下がいずれも大 きく、最大変位時に荷重が最大荷重の30%で除荷剛性が 初期剛性の24%であり、脚柱全長がたわむ変形モードと なった(図2(b),図7(b)).さらに、最大荷重時の脚柱 応力が、水門鉄管技術基準³⁾の軸圧縮部材の設計耐荷力 曲線を上回ることも確認した(図4).

4. 静的弹塑性大変形解析

汎用構造解析コードABAQUSを用いて静的な弾塑性大 変形解析を行った.解析モデル(図5)には、2次のはり 要素を用いて、デジタル写真計測により得られた模型 の初期形状を反映させるとともに、固定用プレート等 の弾性変形をデジタル写真計測結果から同定して鉛直 方向のバネとして考慮した.材料物性(表1,図6)には 材料試験結果(脚柱間連結部材のポアソン比と弾性係 数は公称値)を用いた.載荷は、載荷点に実験と同様の 強制変位を与えて行った.解析結果は、実験で得られ た最大荷重を5~12%過大に評価するが(図3)、履歴特 性や変形モードは実験の状況をほぼ再現できた(図7).

5. おわりに

本検討により、Nトラス形式とラーメン形式の脚柱間 連結構造を有するラジアルゲート脚柱部について、水 圧荷重下での損傷過程と耐荷力特性を把握するととも に、荷重-変位関係や変形モード等の非線形動的解析 の検証に活用できるデータを取得した.

参考文献:1) 齋藤 潔,山本広祐:ラジアルゲートの耐荷力特性に関する実験的検討,土木学会第63回年次学術講演会,1-187, pp. 373-374,2008.9.2) 齋藤 潔,山本広祐:ダムゲート脚柱部の耐荷力特性に関する検討,構造工学論文集,土木学会, Vol. 55A, pp. 92-103,2009.3.3)(社)水門鉄管協会:水門鉄管技術基準 水門扉編(第5回改訂版),2007.9.

