

鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの限界変形性能に関する研究

－その１－ 静的載荷実験とその数値シミュレーション

東京電力（株） 正会員 ○石川博之(電力中央研究所派遣) 武田智吉
(財)電力中央研究所 正会員 金津 努 遠藤達巳

1. はじめに

本研究では、鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの変形性能を把握することを目的とし、実構造物の約 3.5 分の 1 の試験体を対象とした大型模型実験を実施し、終局状態に至るまでの非線形挙動を明らかにした。本報では、これらの実験結果を踏まえ、鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの限界変形性能をもとに性能設定の考え方について述べたものである。

2. 実験概要

実験は、表-1 に示す 4 ケースを実施しており、載荷方法（単調載荷、正負交番載荷）、土被り厚（5m, 20m）及び隔壁の配筋仕様をパラメータとした。

各実験は、図-1 に示すとおり、載荷装置を用いて、土被り荷重を模擬した鉛直荷重を載荷した後、地震時水平荷重を模擬した正負交番荷重を漸増させ、試験体が破壊に至るまでの変形量及びひずみ等を計測した。

試験体は、図-2 に示すとおり、実構造物の約 3.5 分の 1 とし、配筋は、図-3 に示すとおり、試験体 S1～S3 については実構造物の代表的な配筋量に基づき主引張鉄筋比、約 0.5%、せん断補強筋比約 0.2～0.3%とした。

3. 実験結果

本報では、試験体 S3 について述べ、その他の実験結果を表-2 に示す。曲げ破壊型の試験体 S3 の水平荷重-水平変位関係を図-4 に示すが、正負交番載荷の正側（左→右）載荷の場合では、ひびわれ、隔壁主鉄筋の降伏、最大荷重、隔壁主筋の座屈というイベント順とり、終局付近においても鉛直荷重を保持していた。

4. 解析結果

この試験体を 2 次元非線形 FEM 解析プログラム (WCOMD) を用いて実験に対するシミュレーション解析を実施した。図-5 に示すとおり、最大荷重以降、荷重の低下に至るまで水平荷重-水平変位関係を概ねトレースする結果が得られた。また、図中に照査の指標として考えている、圧縮縁におけるコンクリートひずみのシミュレーション結果を示した。圧縮縁におけるコンクリートひずみは、最大荷重以降に $3,500 \sim 10,000 \times 10^{-6}$ に達し、 $10,000 \times 10^{-6}$ 以降に隔壁主鉄筋の座屈となっている。

非線形解析において信頼性が確認されているひずみのレベル（例えば $10,000 \times 10^{-6}$ ）までは、実験においても安定した挙動であることが確認された。

5. まとめ

構造系の損傷概念を図-6 に示すが、ひびわれ発生、部材降伏、最大荷重、軟化を本実験で再現しており、曲げ破壊型の鉄筋コンクリート製ボックスカルバートについては、以下のことが確認された。

- ① 終局時(最大荷重の 80%と定義)においても鉛直荷重を保持できる変形性能のすぐれた構造物である。
- ② 鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの性能照査の手法として 2 次元非線形 FEM 解析プログラムを適用することの妥当性も検証された。
- ③ 性能照査指標として圧縮縁におけるコンクリートひずみを用いることも可能である。

〔参考文献〕(1)武田ら：鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの非線形挙動の定量的評価, H10.1 電力土木 (2)松井ら：鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの限界変形性能に関する検討－その 2－, 第 56 回土木学会年次学術講演会

キーワード：地中構造物, 静的載荷実験, 限界変形性能

連絡先：〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 Tel:0471-82-1181 Fax:0471-84-2941

表-1 実験ケース

試験体	荷重方法	上乗荷重 (土被り厚)	想定破壊モード
S1	一方向荷重	20m 相当	曲げ破壊型
S2	正負交番荷重	20m 相当	曲げ破壊型
S3	正負交番荷重	5m 相当	曲げ破壊型
S4	正負交番荷重	20m 相当	せん断破壊型

表-2 実験の主なイベントと相対変位

試験体	主鉄筋 の降伏	最大 荷重	主鉄筋 の座屈	最終変位
S1	7.8mm	32.5mm	—	89.9mm
S2	7.9mm	19.5mm	79.5mm	96.6mm
S3	5.2mm	26.1mm	71.8mm	76.8mm
S4	10.0mm	13.0mm	—	73.0mm

※最も早くイベントに到達した変位を示す

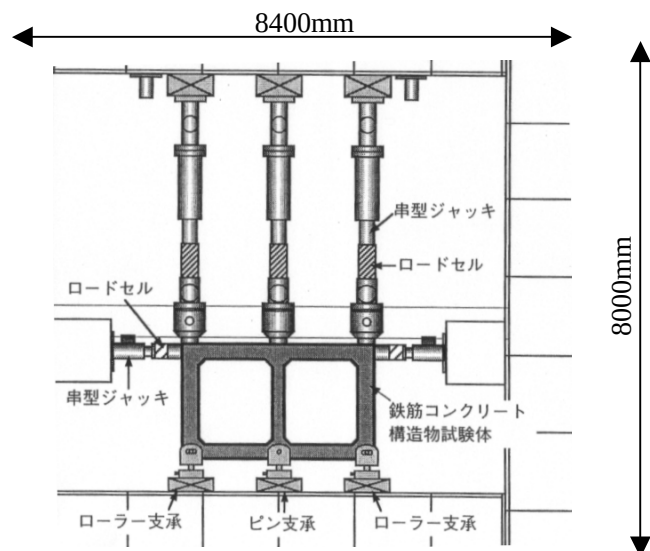


図-1 荷重装置の概要

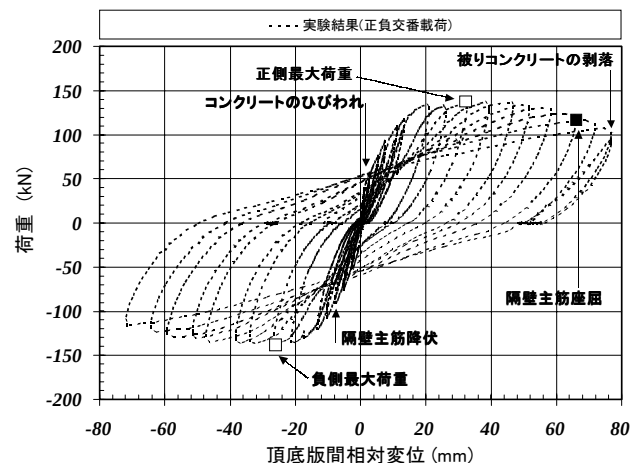


図-4 S3 試験体水平荷重-水平変位関係

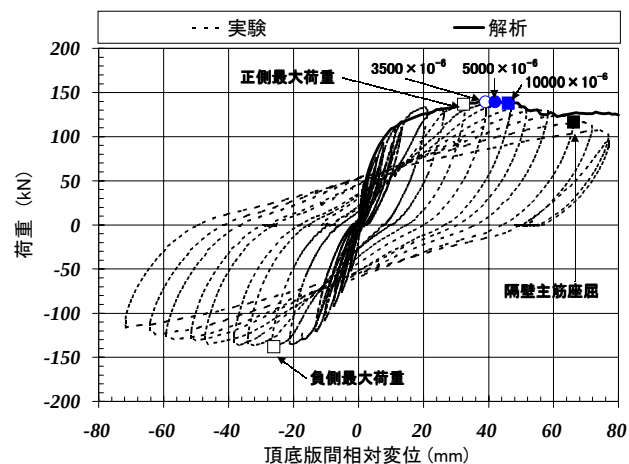
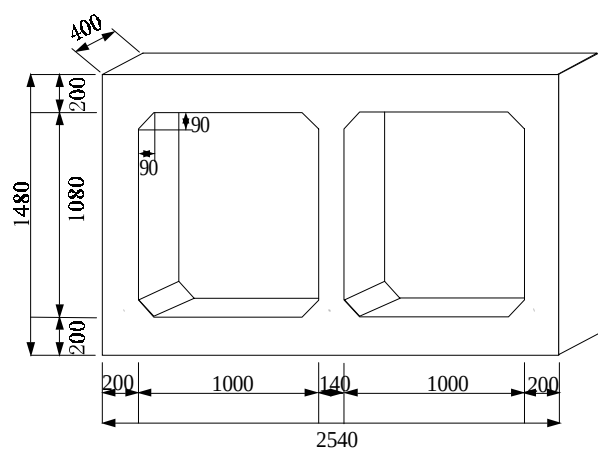


図-5 S3 試験体解析結果



単位(mm)

図-2 試験体寸法

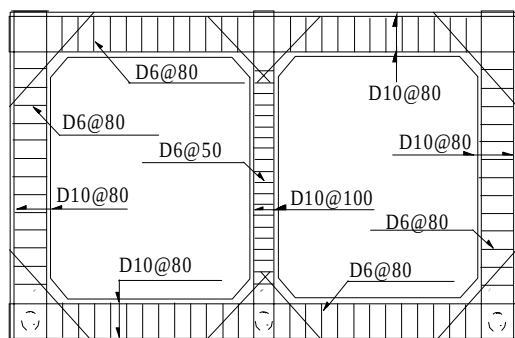


図-3 試験体 S1,S2,S3 の配筋

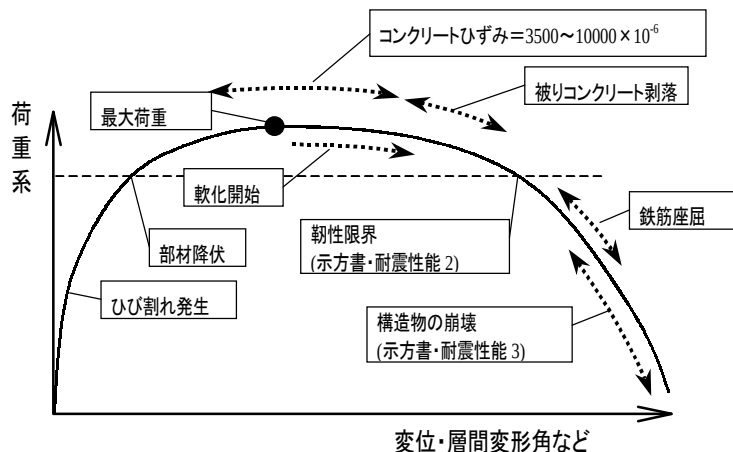


図-6 構造系の損傷概念