

隣接構造物の影響を考慮した地中 RC ボックスカルバートの断層変位解析

東北電力(株) 正会員 ○岩館 礼 正会員 澤田 洋介 正会員 山口 和英 肥田 幸賢
(株)大林組 正会員 堤内 隆広 正会員 永井 秀樹

1. はじめに

地中の RC ボックスカルバートに断層変位が作用する時の応答や損傷は、地盤と構造物の連成による相互作用で複雑なものとなる。筆者らは、このような複雑な応答や損傷に対して三次元非線形有限要素法による評価を行ってきたが¹⁾、これまでの評価では、ボックスカルバートのモデル化範囲を断層線と交わる1ブロックのみとしていた。本稿では、断層線と交わるブロックの両側にさらに隣接ブロックをモデル化し、この隣接ブロックによる拘束を考慮した条件で評価を行った結果について述べる。

2. 解析モデルおよび解析ケース

対象構造物は既報¹⁾に示す2連ボックスカルバートとした。既報の土被り8mのモデルをベースに、そのモデルからの変更点として、図-1に示すように断層線と交わる評価対象ブロックの両側に隣接ブロックを1ブロックずつモデル化した。隣接ブロックは弾性体でモデル化し、評価対象ブロックに既報に示すコンクリート、鉄筋の非線形性を考慮した。構造物のブロック間には一般的な構造目地(幅10mm)を模擬した接合要素を配置し、図-2に示す特性を仮定した。各構造物ブロックと地盤、岩盤の境界面にも接合要素を配置し接触、剥離、摩擦を考慮した。解析ケースとして隣接ブロックによる拘束条件と断層変位の成分が異なる2ケースを設定し、条件をそれぞれ表-1に示す通りとした。ケース1では単純に隣接ブロックを1ブロックモデルした場合の影響を確認し、ケース2では隣接ブロックの拘束が強く、大きな影響が生じる場合を想定した。

3. 構造物応答の算定と損傷の評価結果

評価対象ブロックおよび隣接ブロックの代表的な変形図を図-3に示す。ケース1では隣接ブロックが評価対象ブロックとの接触面側から浮き上がり、評価対象ブロックに追従して回転している。一方、ケース2では隣接ブロックが端部で拘束されているため、隣接ブロックが上向きに曲げられたような変形を生じており、隣接ブロックが建屋に隣接するなどして回転が拘束されるような条件での挙動を示していると言える。

隣接ブロックから評価対象ブロックの妻面に作用する軸圧縮力の推移を図-4に示す。ケース1では隣接ブロックが図-3に示すような回転を生じるのに伴い拘束は弱くなり、断層変位がある程度大きくなると、軸圧縮力の増加は隣接ブロックのないケースと同程度となる。ケース2では隣接ブロックの端部を固定し、かつ断層変位成分を低角としたことで、評価対象ブロックに作用する軸圧縮力は大幅に増大する。ケース2では断層変位250mm~300mmで軸圧縮力が減少に転じているが、この範囲で評価対象ブロックの構造物の変形、ひずみが急激に増大し、その後断層変位約310mmで解析が終了した。

断層変位250mm時における構造物のひずみコンターの比較を図-5に示す。ケース1では隣接ブロックのな

キーワード 地中ボックスカルバート、隣接ブロック、断層変位、影響評価、三次元非線形有限要素法

連絡先 〒980-8550 仙台市青葉区本町一丁目7番1号 TEL 022-799-6103 FAX 022-262-5851

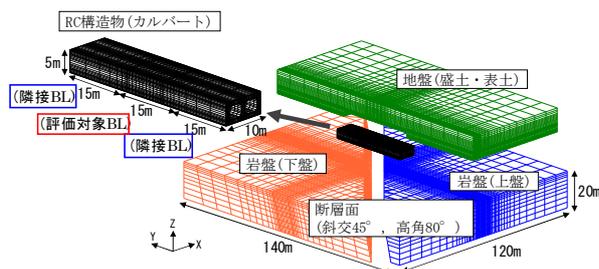


図-1 解析モデル

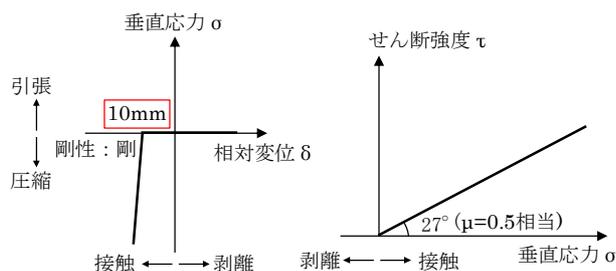


図-2 構造目地を模擬した接合要素の特性

表-1 解析ケースおよび解析パラメータ

| 解析ケース | 隣接ブロックの条件 | 断層変位の成分 |
|-------|-----------------|---------|
| ケース1 | 底面と岩盤との界面に付着を考慮 | 高角(80°) |
| ケース2 | 底面を端部で岩盤に剛結 | 低角(30°) |

いケースに比べ、頂版の鉄筋ひずみはやや小さく、底版のコンクリート圧縮ひずみはやや大きくなっており、**図-4** に示した軸圧縮力の違いによる差はわずかに見られるが、全体的には隣接ブロックによる影響は小さいと言える。一方、ケース2はケース1に比べて損傷の進展が顕著であり、特に底版の断層線近傍および壁部材下端に大きなコンクリート圧縮ひずみが生じた。**図-6** には隣接ブロックとの界面で作用する鉛直方向の摩擦力応力分布を示す。ケース2ではケース1より鉛直下向きの摩擦力が大きくなっており、この摩擦力によりケース2では評価対象ブロックに大きな損傷が生じたと考えられる。

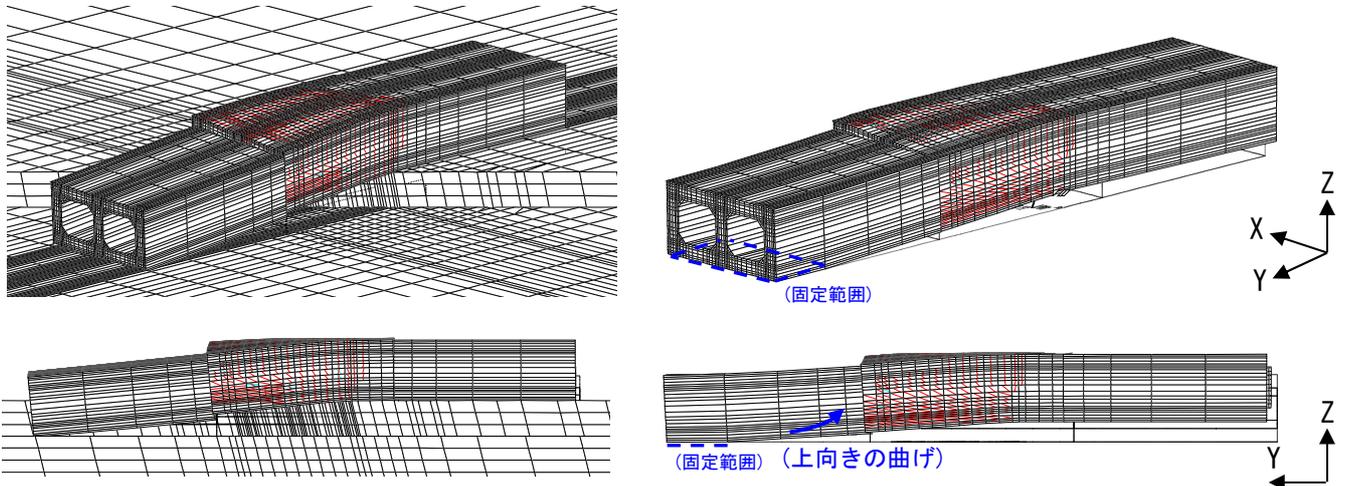


図-3 評価対象ブロックおよび隣接ブロックの変形図 (断層変位 150mm 時 左: ケース1 右: ケース2)

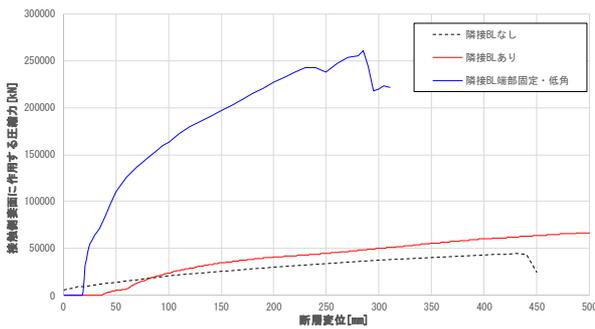


図-4 評価対象ブロックに作用する圧縮力

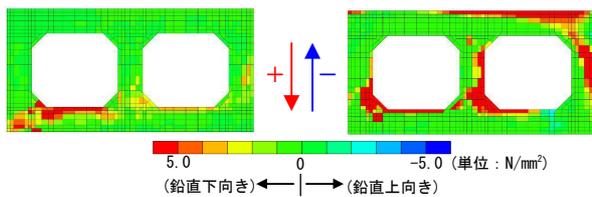


図-6 構造物妻面の鉛直方向摩擦力分布の比較 (左: ケース1 右: ケース2)

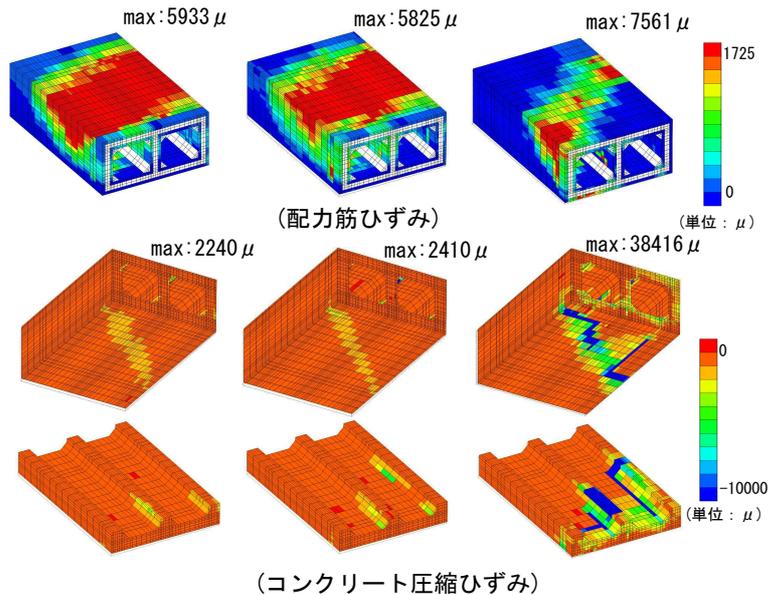


図-5 構造物ひずみコンターの比較 (左: 隣接BLなし 中: ケース1 右: ケース2)

5. おわりに

本論文では、隣接ブロックを考慮した場合に、ボックスカルバートの断層変位による損傷状況にどのような影響が生じるのかについて検討を行った。本検討は、隣接ブロックの挙動が建屋に拘束されるなど、限定的な状況を模擬したものとなっている。今後は隣接ブロックに同様のボックスカルバートがさらに線状に連なる状況を適切にモデル化した条件で、隣接ブロックの影響についての検討を進める予定である。

謝辞: 本研究は、電力9社と日本原子力発電(株)、電源開発(株)、日本原燃(株)による原子力リスク研究センター共通研究として実施した。関係各位に謝意を表す。

参考文献 1) 山口, 伊藤, 肥田, 堤内, 米澤, 永井「断層変位が作用した土被りが異なるRCカルバートの応答と損傷モード」2019/9, 土木学会第74回年次学術講演会