

## 連続して設置される地中カルバートブロックに対する断層変位解析

(一財) 電力中央研究所 正会員 山口 和英

東北電力(株) 正会員 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

水路等の鉄筋コンクリート製の地中ボックスカルバート(以下、地中カルバート)は、一般的に複数のブロックで構成されることから、断層変位を受ける地中カルバートの応答や損傷を評価する場合には、隣接ブロックの影響を適切に評価する必要がある。既報<sup>1)</sup>では、岩盤上に設置される地中カルバートを対象として、断層線と交わるブロックの両側に隣接の1ブロックをモデル化した条件で、構造物の損傷評価を行った。

本報では、下盤側の隣接ブロックにさらに4ブロックを考慮し、合計5ブロックが隣接する条件を模擬した解析を行い、複数のブロックが隣接する場合の損傷評価を行った結果を報告する。

## 2. 解析モデルおよび解析ケース

対象構造物は既報<sup>1)</sup>と同様に2連の地中カルバートとした。土被り8mのモデルをベースに、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、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。モデル化した隣接ブロックにさらに隣接ブロックが4ブロック連なる条件を想定し、隣接ブロックの軸方向の拘束条件をバネで模擬したモデル化を行った。構造物ブロックは軸方向の変位、変形のみを考慮し、弾性のトラス要素でモデル化した。構造物ブロックと地盤、岩盤間の界面の摩擦特性を表す地盤バネを、バイリニアでモデル化し、構造物ブロック間の目地の特性を表すバネは、連成解析で設定した接合要素の特性と整合するバネでモデル化した。バネ特性の算定モデルを図-2に示す。その算定モデルより得られた荷重～変位関係、およびその関係を基に設定したバネ特性を図-3に示す。また変位成分と想定される隣接ブロック条件の違いによる解析ケースを表-1に示す。

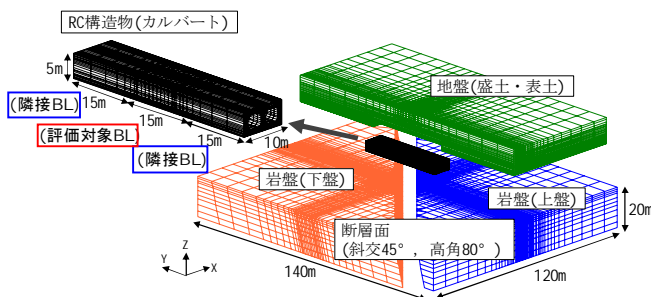
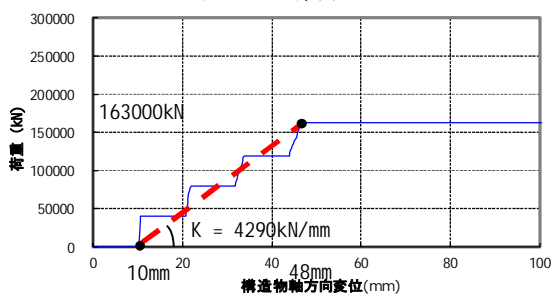
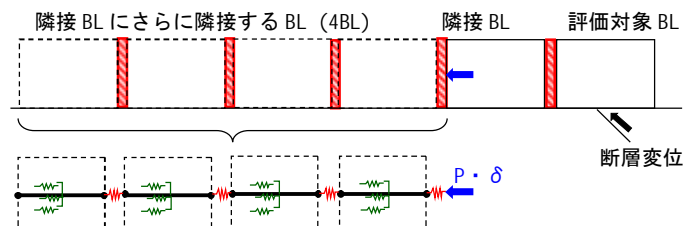


図-1 解析モデル

図-3 荷重～変位関係 (P- $\delta$ )

- : 構造物をモデル化したトラス要素(1BLを5要素でモデル化)
- : 構造物の各BL
- w- : 構造物～地盤・岩盤間の摩擦バネ
- w- : BL間目地バネ

図-2 隣接ブロックのバネ特性の算定モデル

表-1 解析ケース

解析ケース	変位成分	想定される隣接ブロック条件
Case-1	高角 80°	1ブロックのみの条件
Case-2	高角 80°	複数(5ブロック)連なる条件
Case-3	低角 30°	複数(5ブロック)連なる条件

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 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 TEL 03-5769-1307

### 3. 解析結果

Case-2 と Case-3 について断層変位 250 mm 時での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-4 に示す (Case-1 は既報に記載). Case-3 の変形図中, 点線は断層変位作用前の構造物の外形線を示す. 断層変位 250mm 時の構造物変形図と重ね合わせると, 隣接ブロックが構造物軸方向に移動している状況が確認できる. 隣接ブロックの移動に伴い, 評価対象ブロックに作用する軸圧縮力は頭打ちになると推定される. 断層変位成分が低角の場合も座屈等は生じていないことが確認できる.

コンクリートのピークひずみは, 表-2 に示すように低角のケースの方が高角のケースより小さい断層変位で到達する. しかし, その後断層変位 250mm で比較 (図-5) すると, 圧縮ひずみの値は逆に高角のケースの方が少し大きくなっている. その要因として, 低角のケースでは, 隣接ブロックによるバネ反力が高角のケースより小さな断層変位で上限に達し, それに伴い評価対象ブロックに作用する軸力が頭打ちになるため, コンクリート圧縮ひずみの増加も緩やかになる. 同じ断層変位で比較した場合, 鉛直変位成分は低角の方が高角より小さいため, 構造物に全体曲げを生じさせる鉛直方向の力は低角の方が小さい.

コンクリートの圧縮限界ひずみ (表-2) は, 断層変位 500mm 時点でも到達していないため, 構造物は崩壊には至らず, 通水性能は確保される. 隣接ブロックが 5 ブロックの場合には, 断層変位成分を低角および高角とした何れのケースも, 評価ブロックに対する隣接ブロックの影響は小さいと言える.

### 4. おわりに

隣接ブロックが連続して設置されている場合の断層変位の発生による構造物への損傷評価を行った. 隣接ブロックが 5 ブロック程度の条件では, 断層変位の成分によらず隣接ブロックによる構造物への影響は小さく, このようなケースでは評価対象ブロック 1 ブロックのみでの評価が可能であると考えられる.

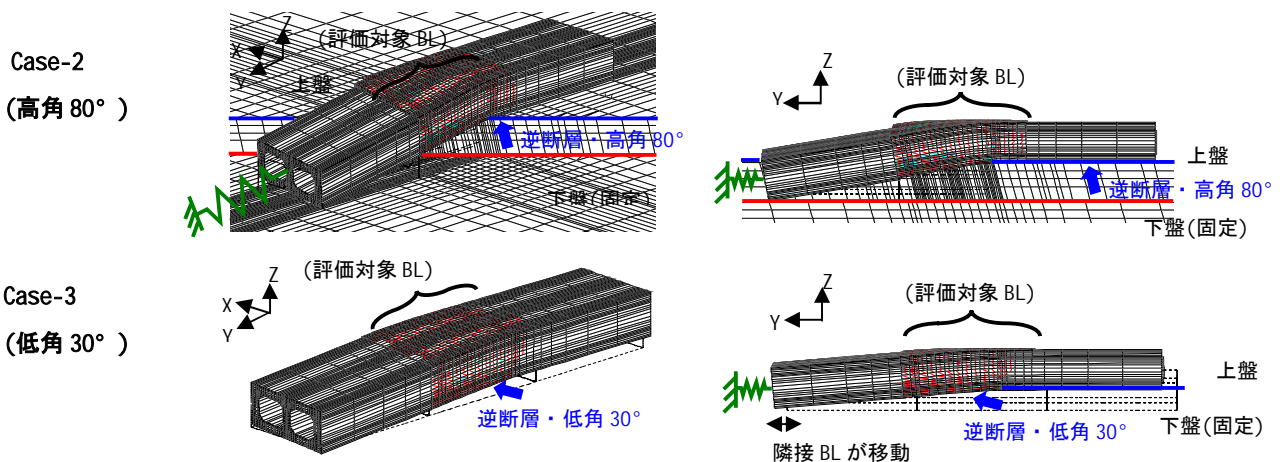


図-4 解析結果

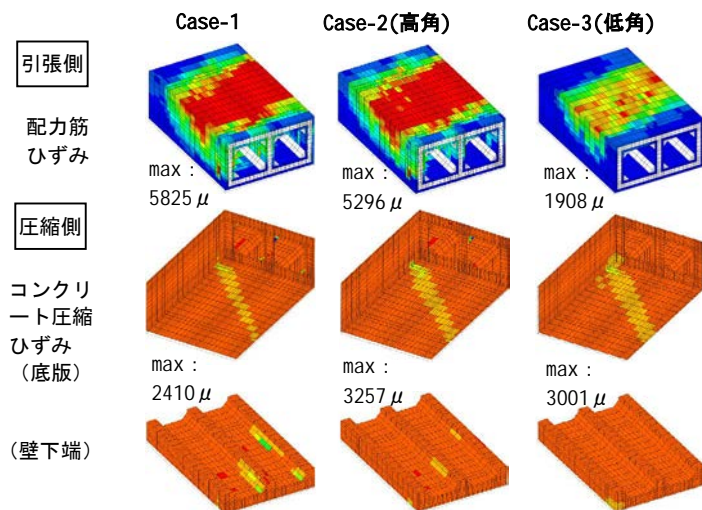


図-5 損傷の進展状況の比較 (断層変位 250mm)

表-2 損傷評価

解析ケース	損傷イベント発生時の断層変位量 [mm]		
	引張側	圧縮側	
	主筋降伏 (1725 $\mu$ )	ピークひずみ (2000 $\mu$ )	圧縮限界ひずみ (10000 $\mu$ )
Case-1	161	192	500 以上
Case-2(高角)	176	165	500 以上
Case-3(低角)	500 以上	118	500 以上

**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) 岩館礼, 澤田洋介, 山口和英, 肥田幸賢, 堤内隆広, 永井秀樹: 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, R2 年土木学会年次講演会