

RC ボックスカルバートを対象とした CIM 自動設計カルキュニットの開発

東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 ○小林 香野
 東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 小塩 美香
 東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 竹谷 勉

1. はじめに

これまで鉄道建設技術を支えてきたベテラン技術者が減少し、人手に頼っていた業務が出来なくなる状況にあり、調査・計画から維持管理までの建設生産システムの効率化・高度化を図る必要がある。

今回、RC ボックスカルバートを対象として、調査計画・概略検討の効率化・省力化を図るため、概略設計成果イメージが自動計算できるツール（以下、BOX ツール）を開発した。本稿では、概略設計業務がどの程度効率化できるか評価した結果について報告する。

2. BOX ツールの概要

本ツールでは、ボックスカルバート配置条件（位置・標高・延長距離・平面の傾き・勾配）と構造計算条件（地質条件・地下水位・鉄筋径及びピッチ・内空幅・内空高さ）から、自動的に「ボックスカルバートの概略設計計算」、「3次元プロダクトモデル作図」、「数量算出」を行う。モデル作成にあたっては、AutoCAD Civil 3D 2016, 2017 を用いた。なお、入力した諸元により計算した結果、仮定した部材の耐力が NG となる場合には、部材厚を割増しながら部材安全率を満足するまでトライアル計算を行う。ここで、トライアル計算時の鉄筋量は固定値としている。データの入力から数量算出までの計算フローを図-1 に示す。

3. BOX ツールによる自動設計計算

3.1 初期入力値の設定

本設計計算では、既存の概略設計である線路下人通ボックスの概略設計成果を基に、初期の入力値を設定した（図-2 参照）。ボックスカルバートの総延長は、5.650 m である。

3.2 計算結果

断面決定時の計算結果を図-3 に示す。BOX ツール計算時の上床版・側壁・下床版における部材厚さは、

既存の概略設計値と一致した。次に、既存の概略設計結果における鉄筋量との比較を表-1 に示す。それぞれの詳細な鉄筋量においては差異が生じているものの、体積あたりの総鉄筋量は、既存の概略設計結果と同等となった。

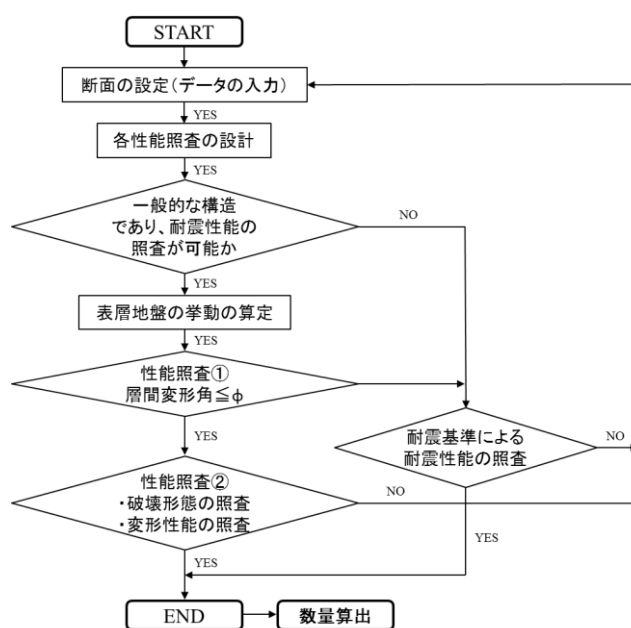


図-1 計算フロー図

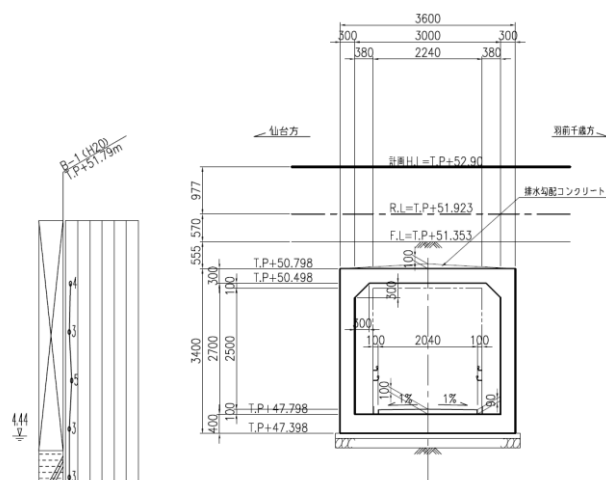


図-2 既設計における断面図

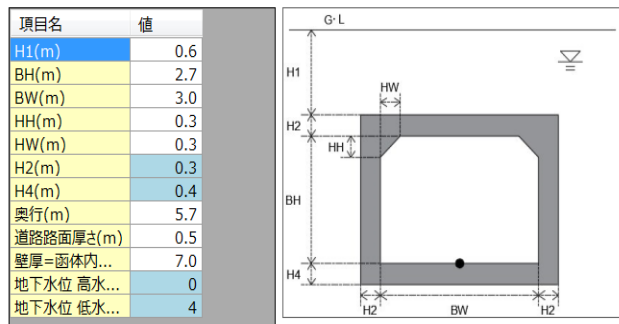


図-3 BOX ツールによる計算結果

表-1 既設計との比較

コンクリート体積 (m ³)	軸方向鉄筋量 (t)	配筋量 (t)
23.9	1.37	0.57
24.0	1.02	0.17
スターラップ (t)	鉄筋総重量 (t)	1 m ³ 当り鉄筋量 (t)
1.76	3.70	0.15
2.24	3.43	0.14

(上段：BOX ツール 下段：既設計)

4. 従来設計と BOX ツールの比較・考察

4.1 従来設計との比較

従来の RC 函渠概略設計の標準歩掛から作業時間を算定し¹⁾、概略設計がどの程度効率化できたか比較を行った（表-2 参照）。設計計画・設計製図に関しては、ツールの適用範囲外となっているものの、設計計算・材料計算・照査においては大幅に作業時間を短縮することが可能となり、合計では、従来の約 50%で作業が可能となることが確認できた。

4.2 評価・考察

本ツールを用いた概略設計業務では、3D 地形図と BOX ツールの連携により、数量を容易に出力することが可能となる。土量算出では、地形の状態によっては、複数の断面図より計算して算出するなど労力を必要としていた。本ツールでは、あくまで概略設計を想定した計算となるが、3次元地形から自動で土被りの算出を行い、算出した土量を諸元入力画面で数値確認する事ができる。この点は大いに省力化に貢献できると考えられる。また、本ツールによる計画時の位置検討は、3D 地形上で検討箇所を指定する事により瞬時に土被りが把握できるため、従来の方法と比較して、短時間で行うことが可能となり、複数案の比較に要する作業時間の大幅な短縮が期待できる。

概算数量算出においても大まかな把握に有用であ

り、今回対象にした既存の概略設計との比較では、BOX ツールでは、上床版・下床版・側壁の鉄筋径及びピッチを一律で設定しているため差異は生じるものの、概略設計用の設計支援ツールとしては適用可能であり、従来設計との比較においても時間短縮が図れると考えられる。

表-2 時間短縮効果の比較

	従来	今回	効果
設計計画	1.0	1.0	変更なし
設計計算	1.0	0.2	BOXツールにより効率化
設計製図	1.0	1.0	変更なし(作図は視覚化資料)
材料計算	1.0	0.5	BOXツールにより効率化
照査	1.0	0.8	
合計	1.0	0.5	従来の約50%で作業可能

5. 結論

BOX ツールの成果として基本的機能である下記項目を満たす事ができた。

1. 3 次元 CAD による諸元データの取り込みと入力（土被り自動計算）
2. 計算実行後の部材厚の変更に対応した 3 次元構造モデルの出力
3. 計算結果表の出力（エクセル使用）

また、既存の概略設計結果との比較により、部材厚とコンクリート体積において、既存の概略設計と概ね一致することが確認できた。さらに、本ツールを用いることで、従来業務時間の約 50%で作業が可能となり、業務の省力化を示すことができた。

6. おわりに

更なる BOX ツールの改良のため、現在以下の 2 点の機能を追加したツールを開発している。

- ① 最適数量（鉄筋・コンクリート）の繰り返し計算
- ② 出力機能を拡張し、概算工事費を自動算出

BOX ツールの改良を行い、既設計計算例を用いて検証を行うことにより、概略設計段階における更なる業務の効率化を目指す。

参考文献

- 1) 鉄道土木の計画・調査・設計報酬積算の手引き（建設コンサルタンツ協会）：RC 函渠詳細設計直接人件費標準歩掛表