

盛替梁なしのボックスカルバート構築における側壁の施工時残留応力について

東急建設株式会社 土木総本部 土木技術部 正会員 岡田久輝
 国土交通省 中部地方整備局 名四国道事務所 工務課長 非会員 田中一能
 国土交通省 中部地方整備局 名四国道事務所 豊田出張所 非会員 奥山 剛
 東急建設株式会社 名古屋支店 土木部 非会員 池田澄人

1. はじめに

当工事は延長 12.9km の国道 155 号豊田南バイパスの道路の内、延長 320m の区間で片側 2 車線のボックスカルバートを築造する工事である。交差点下で構築するボックスカルバートの延長は 87.5m、掘削深度約 10m、幅は約 24.5m である。標準断面図を図 1 に示す。

本構造物は、工期短縮を目的にボックスカルバート構築方法として土留め支保工撤去時に内梁による盛替を行わない工法を採用した。この場合、躯体構築の段階で底版を固定端とする片持ち梁状態の側壁に盛替反力による応力が発生する。その後、躯体に応力が発生した状態のまま、頂版構築による閉合が行われるため、構造系が完成した後においても躯体には施工時に発生させた応力が残留することとなる。

そこで、本報文は、施工時に地下水位計測と土留め計測および側壁主鉄筋のひずみ計測を実施した結果を整理し、施工時の側壁の残留応力が構造体に与える影響について考察するものである。

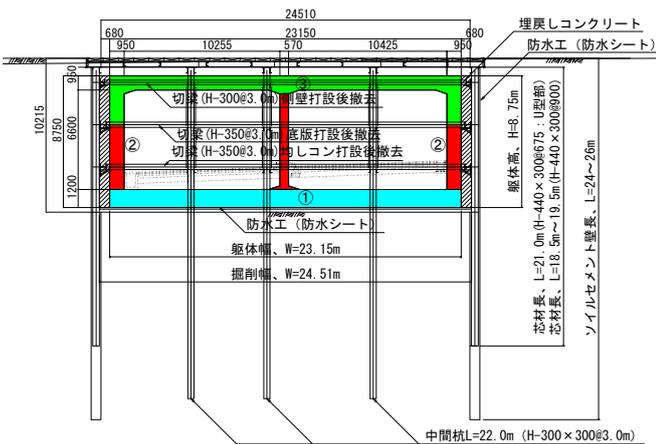


図 1 ボックスカルバートの標準断面図

2. 施工時の残留応力の概要

施工時から完成までの間に荷重や構造が変化した場合の事前の検討手法として、逐次的分離計算法¹⁾を採用した。

本構造物のように施工時の応力が完成後も残留する

と考えられる場合、これを考慮した設計方法を用いる方がより実態に近い計算手法であると言える。

施工時の残留応力を考慮した逐次的分離計算法¹⁾の検討概略図を図 2 に示す。施工時は片持ち状態の側壁であることから土圧は主働土圧を用い、完成形の土圧は静止土圧となることから、静止土圧と主働土圧の差分外力による応力増分を施工時応力に足し合わせることで残留応力を考慮した。

事前解析の結果、側壁外側主筋および底版下筋主筋を D32@125mm から D35@125mm にランクアップし施工時残留応力に対し問題ない構造とした。

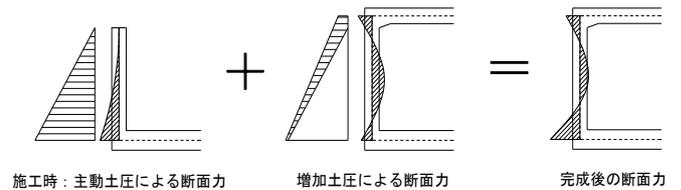


図 2 逐次的分離計算法¹⁾の検討概略図

3. 計測内容

計測は、地下水位計測を計 16 箇所（表層水位計測 12 箇所、被圧地下水位計測 4 箇所）と、土留め計測を 2 断面および側壁鉄筋計測を 4 断面実施した。土留め計測位置と鉄筋ひずみ計測位置断面図を図 3 に示す。

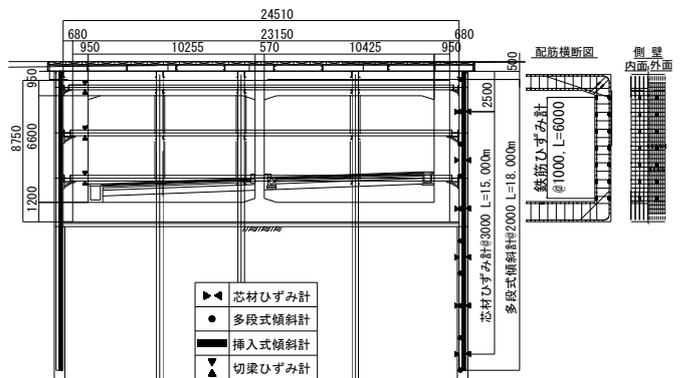


図 3 土留め計測位置と鉄筋ひずみ計測断面図

4. 計測結果の整理

施工ステップ毎の土留め壁の変位計測結果および側壁外側の最下段の鉄筋曲げ応力の継時記録をそれぞ

れ図4と図5に示す。

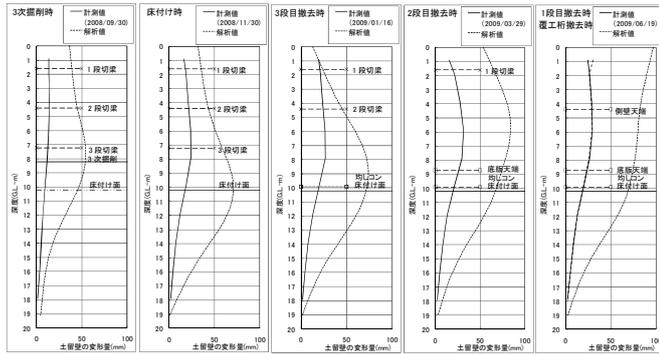


図4 施工ステップ毎の土留め壁の変位計測結果

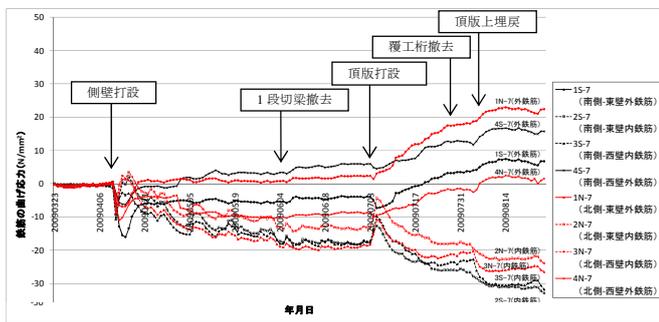


図5 側壁外側の最下段の鉄筋曲げ応力の継時記録

土留め壁の変位計測の結果、変形モードは事前解析とほぼ同様であったが、計測値は解析値の30%程度であった。また、側壁鉄筋の曲げ応力は、解析値の120N/mm²と比較すると、計測値が最大30N/mm²程度以下で20%程度以下の結果となった。

5. 施工時残留応力の考察

計測が解析より小さくなった理由を表1に示す。

表1 計測値と解析値の差の理由

①	地下水位が低かった。 (設計水位: G.L.-0.8m、計測値: 最大G.L.-3.5m)
②	覆工桁が切梁の役割をしていた。 (事前土留め解析では考慮していない)
③	躯体側壁と土留め壁が重ね壁として挙動していた。
④	埋戻コンが引張り抵抗に寄与した。 (側壁打設時に埋戻コン680mmを同時に打設)

表1内の①②の条件を考慮し事後解析した結果、土留め壁の変位計測は解析値の70%程度となった。

土留め事後解析の結果より側壁と土留め壁を重ね壁²⁾とし、曲げモーメントの分担率を検討した結果、側壁が90%程度分担していることが想定された。

この結果から、土留め壁の発生曲げモーメントより側壁基部に作用している曲げモーメントを試算し、埋戻コンの引張り抵抗について検討した。その結果、側壁と埋戻コンを一体断面とした場合、ひび割れモーメントより小さいことが分かった。つまり、埋戻コンにひ

び割れが発生していないこと(全断面有効)が予想された。

この結果を利用し鉄筋曲げ応力を試算した結果を表2に示す。その結果、計測した鉄筋曲げ応力は全断面有効の曲げ応力より大きく、引張側を無視した応力より小さい結果となった。つまり、引張側の埋戻コンにひび割れが全くない状態が予想されたが、若干のひび割れが生じ、側壁基部の鉄筋に応力が発生していることが想定される。施工時残留応力については、埋戻コンの引張り抵抗がなければ $\sigma_s=80N/mm^2$ 程度の応力が残留していることが想定される。

表2 事後解析による鉄筋曲げ応力の試算結果

	計測値	事後解析(埋戻コン考慮)	
		全断面有効 (ひび割れなし)	引張り無視 (ひび割れあり)
引張り曲げ応力 $\sigma_s(N/mm^2)$	22.7	0.5	80.0
圧縮曲げ応力 $\sigma_s'(N/mm^2)$	-32.9	-1.7	-56.2

6. 長期計測および長期の構造安全性

今後最大5年間の長期計測を実施する予定である。長期計測の分析を進めることで、構造物の安全性および構造変化に伴う断面力の変化を観察し、施工時の残留応力が完成後の構造物に与える影響について検討していく予定である。

なお、今後の長期の構造安全性の確認として、事後解析結果に土圧増分の断面力を与え、さらに埋戻コンの引張り無視の断面を仮定した結果、予想発生応力が $\sigma_s=121N/mm^2$ となり許容応力の $\sigma_{sa}=160N/mm^2$ を満足していることを確認している。

7. まとめ

盛替梁なしのボックスカルバート構築において側壁の施工時残留応力について、現場計測を整理することで考察した。その結果、当該ボックスカルバートの埋戻コンの引張り抵抗により計測値は小さくなったが、施工時の応力が残留していることが想定された。

今後も、長期計測を継続し、施工時残留応力がボックスカルバート構築に与える影響について検討していく予定である。これにより、工期短縮や施工性の向上、周辺環境への影響に対し優れる、経済的な盛替梁なしのボックスカルバート構築について検討していく予定である。

参考文献

- 1) 2006年制定トンネル標準示方書〔開削トンネル〕・同解説、2006年、(社)土木学会
- 2) H鋼を芯材とする土留め壁本体利用の手引、平成14年7月、(社)日本トンネル技術協会