

県道河原インター線におけるボックストンネルについて

藤原 祐司

鳥取県八頭総合事務所県土整備局 道路整備課 県道班

(〒680-0461 鳥取県八頭郡八頭町郡家100)



県道河原インター線は、国道53号と国道29号を結び、中国横断自動車道姫路鳥取線と直接接続する鳥取県東部の広域道路網を形成する道路であることから、本県においては早期供用を目指し現在鋭意整備を進めているところです。

当該道路において採用したボックストンネルとは、全長220.9mのトンネルをプレキャスト製品により構築したものであり、今回はトンネルの施工状況及び施工中に生じた検討事項やその対応策等について紹介します。

キーワード 河原インター線、ボックストンネル、モジュラーチ

1. 河原インター線について

県道河原インター線とは、岡山県岡山市から本県鳥取市に向かう国道53号と、兵庫県姫路市から鳥取市に向かう国道29号を結び、現在、国土交通省が整備を進めている中国横断自動車道姫路鳥取線の河原インターチェンジと連結する、鳥取県東部の広域道路網を形成する道路として、鳥取県八頭総合事務所が平成13年より鋭意整備を進めている路線です。



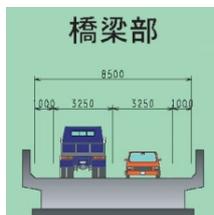
県道河原インター線位置図

この県道河原インター線は総延長6.3km、第3種2級、設計速度60km/hの一般県道で、幅員構成は全幅員9.0m、車道3.25mの2車線（一部区間歩道あり）で構成しています。

なお、本道路の整備は2期に分けて実施しており、現在はI期区間（鳥取市河原町高福地内～八頭郡八頭町船岡地内）の平成21年年度末の供用を目指し、整備を進めているところです。



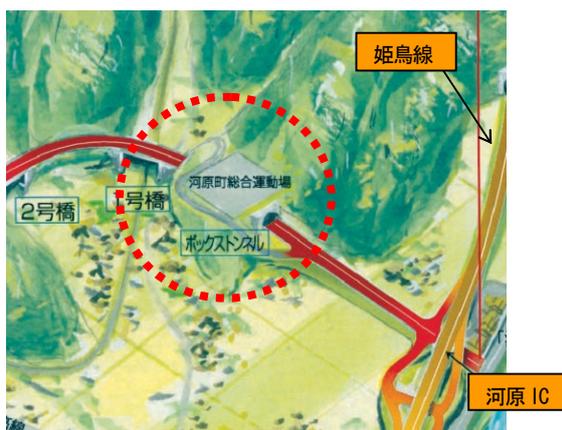
また、本道路は主に盛土で築造しているほか、橋梁6基、トンネル2基の主要構造物があります。



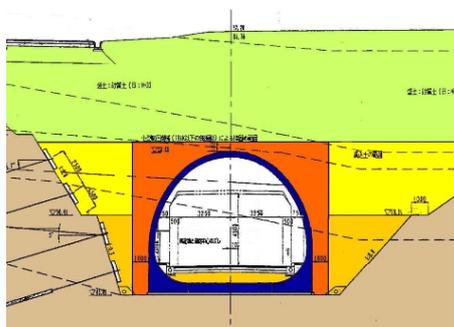
標準断面構成

2. ボックストンネルについて

今回紹介するボックストンネルは、野球場やテニスコート等からなる河原町総合運動場の下を通る、延長220.9mの車道トンネルとして計画したものです。



河原町総合運動場位置



ボックストンネル断面図

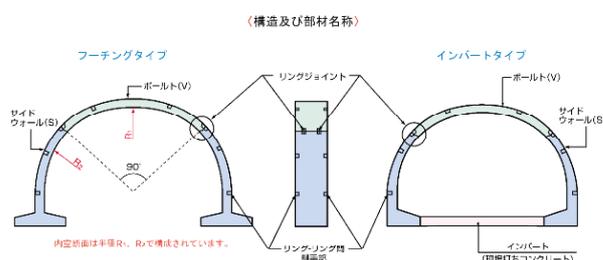
このトンネルを計画するにあたっては、通常山岳トンネル工法として用いられるNATM工法や、オープンカット後の現場打ちによるボックストンネル等も検討しましたが、下記理由によりこれらの工法を見送ることとな

りました。

- (1) 当地は運動場造成による土地であり、トンネル頂部からの土保りが最大8.5m程度と少なかったこと。
- (2) このため、NATM工法では補助工法を必要とし、経済性が不利となること。
- (3) 運動場の利用を休止することができないため、短期間で施工する必要があったこと。

これらを総合的に検討した結果、短期間で施工可能であり、かつ経済的な工法であるプレキャスト製品によるトンネル構築を選定しました。

このプレキャスト工法も数種類ありますが、比較検討した結果、今回は『モジュラーチ工法』と呼ばれる手法を採択しました。



モジュラーチ構造及び部材名称

この工法には以下のような特徴が挙げられます。

- a) 工場製作による高度な品質確保が可能
- b) 多分割式のため、大断面の構造が構築できる。また、曲線構造とすることも可能。
- c) アーチ型構造物に加わる加重によるモーメントが最も小さい箇所分割する合理的な分割式となっている。
- d) 基本的なパターンを元に部材を組み合わせる方式であり、組立が簡単で施工性に優れ、省力化が図れる。
- e) 側壁部（サイドウォール）が自立構造となっており、安全性に優れる。

なお、設計当時ではモジュラーチ工法による車道用トンネルで延長220.9mというのは日本一の長さだったとのことです。

3. ボックストンネルの施工状況

ボックストンネルの工事は平成18年1月から平成2

0年11月までの30ヶ月間において、工事を3期に分けて実施しています。

工事の進め方は、①運動場施設を掘削影響外に移転し、ボックストンネルの基礎部分まで開削します。



開削完了状況

②基礎部分を必要に応じてセメントによる安定処理を実施して所定の強度を確保したのち、均しコンクリートを打設します。



均しコンクリート施工完了

③側壁（サイドウォール）を正確に据付するため定規材を設置し、サイドウォールを据付ます。



定規材

サイドウォール据付状況

④サイドウォール据付後、頂部（ボルト）を据付ます。



ボルト据付状況

⑤各サイドウォール・ボルト間をボルトで接続した箇所に発泡ウレタンを充填して、接続目地全体の防水処理を施工します。



目地防水施工完了

⑥サイドウォールから出ている鉄筋結合用ソケットにインバートの鉄筋を規定のトルクで固定し、その後プレキャスト部材と同強度のコンクリートを打設することで部材の一体化を図ります。



インバート打設状況

⑦モジュラーチにおいては、¹⁾側壁より幅1m及び頂部より上60cmの近接範囲内は大型機械による施工が制限されています。

近接範囲においてはハンドガイド式のローラーや、タンパ等を使用して十分締固めを行いました。



埋め戻し完了（Ⅰ期工事）

4. 施工時に生じた検討事項とその対策について

(1) 土質条件

当現場における発生土は自然含水比40.2%、75μm以下の細粒分を85.7%含む、スレーキングを起こしやすい砂まじり粘性土であり、降雨後など含水比が高い状態だと人が歩いても足が埋まるような土質であり、そのままでは基礎地盤やモジュラーチ近接部の埋戻土として利用するのに必要な強度を確保できないものでした。

種別	原地盤土 No.10+6.5(右)	
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.738	
自然含水比 w_p (%)	40.2	
粒 度	礫 分 2mm~75mm (%)	0.9
	砂 分 75μm~2mm (%)	13.4
	細 粒 分 75μm未満 (%)	85.7
	最 大 粒 径 (mm)	9.5
リンケンシー	液性限界 w_L (%)	71.5
	塑性限界 w_p (%)	29.4
	塑性指数 I_p	42.1
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.814	
分 類	地盤材料の分類名	砂まじり粘土
	分類記号	CH-S

発生土土質試験結果

今回採用したモジュラーチは、延長方向部材長さが1.5mのもので、それらがボルト等で固定される構造となっているため、基礎地盤に変状が生じるとその動きに追従し易く、場合によっては結合された部材本体にも亀裂

が入ってしまう恐れがあります。

そこで、今回はモジュラーチ設置に必要な地盤反力840KN/m²を確保するため、基礎地盤に安定処理材を200kg/m³混合、し改良を実施しました。

なお、改良深は現地にてスウェーデン式サウンディング試験を実施し、地層に応じて最大3.5m程度の深さとししました。

また、¹⁾埋戻しには締固めが容易でかつ非圧縮性・透水性があり、水の浸入に対しても強度低下が少なく、最大寸法150mm以下で修正CBR10以上の良質土を必要としました。

現場発生土によるモジュラーチ近接範囲の埋戻しは、改良を行っても不適であることから、条件を満たす他工事発生土や河床掘削砂利を流用することとしましたが、条件の合う土砂の搬入時期や量の調整に苦慮しました。

(2) 目地部の防水

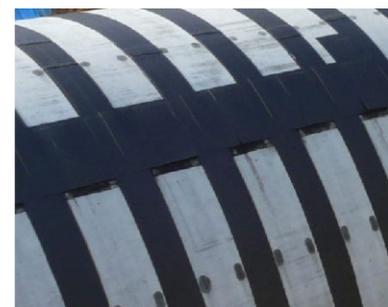
モジュラーチでは、ボールドとサイドウォールの間の道路延長方向と、各ブロックのスパン毎に防水シートを施工しました。

通常はこの状態で十分防水機能を有すのですが、今回モジュラーチ周辺に使用した埋戻土の一部には岩砕や河川砂利を使用しているため、埋戻土転圧時に防水シートが破損し、トンネル内部に水漏れを起こすといった状況が確認されました。

この時はトンネル内側から弾性シーリング材により止水しましたが、Ⅱ期工事よりこの対策として、防水シートの上から保護シート（弾力性をもつ厚さ6mmの樹脂シート）を敷設したことにより、良好な施工を実現することができました。



防水シート敷設状況（Ⅰ期工事）



防水シート+保護シート敷設状況（Ⅱ期工事～）

(3)井戸枯れ問題

当工事は、施工に伴い大規模な掘削を行っているため、近隣部落に井戸の水位低下に関する問題が発生しました。

調査の結果、この工事が直接影響したわけではなかったのですが、このような開削トンネルを実施するには周辺環境への影響も大きいため、十分な事前調査が必要と思われます。

5. おわりに

ボックストンネルは通常、新たに盛土で築造される道路において、既存の道路や水路確保の目的で盛土内に構築されることが多いと思われます。

この度は運動場を築造するための盛土内にトンネルを通すといった特殊な条件のもと実施しましたが、この工法は施工性もよく、効率的に工事を進められたと感じています。

現在このボックストンネルには坑口壁や、照明施設・コンクリート舗装を順次施工しており、平成21年度末のI期区間開通に向けて着実に完成に近づいています。

この県道河原インター線の供用は、鳥取県東部、特に八頭郡と他地域の人や物の交流促進、観光産業の活性化、企業誘致など、地域振興に大きく寄与する社会基盤とし

て、地域住民に待望されています。



現在の状況（平成21年9月1日現在）

文献

- 1) モジュラーチ工法協会：Modularch 工法技術資料
：Modularch 技術マニュアル