

# 豊見城トンネルにおける覆工コンクリート打設の取り組み

## Approach of Lining Concrete Placing in TOMIGUSUKU Tunnel

柳 森 豊<sup>※1</sup> 古 宮 正 勝<sup>※2</sup> 仮 屋 謙 一<sup>※3</sup>  
 Yutaka Yanagimori Masakatsu Komiya Kenichi Kariya  
 永 禮 拓 也<sup>※4</sup> 松 藤 孝 弥<sup>※1</sup>  
 Takuya Nagare Takaya Matsufuji

【キーワード】 型枠バイブレータ バイブレータ集中制御 充填圧計測管理 透気係数

### 1. はじめに

山岳トンネルの覆工コンクリートにおいて、トンネル天端付近の施工では、セントル上面の狭隘な空間での作業となり、コンクリートの締固めが不完全で充填性にも問題が生じやすく、それと同時に作業員は苦渋作業を強いられている。

維持管理面でも天端部付近の背面空洞や締固め不足は重大な欠陥となることから、合理的で確実性の高い施工方法が望まれている。

豊見城トンネル(下り線)工事では、施工延長L=742.5mの内、概ね1/3に相当するL=256mが補強鉄筋を有する覆工コンクリート区間であることに加え、打設時期が外気温の高い沖縄の夏季期間を含み、コンクリートのスランプロスを考慮する必要があることなどから、天端部での施工の確実性が要求された。

そこで、先に東九州自動車道新津トンネルの中流動配合覆工コンクリートの施工で活用した「型枠バイブレータの集中制御」を一般配合にも適用して合理化を図った。また、充填管理として充填圧センサをセントルの天端クラウン部に3箇所配置して、打設中の管理を実施した。

(図-1)

平面図

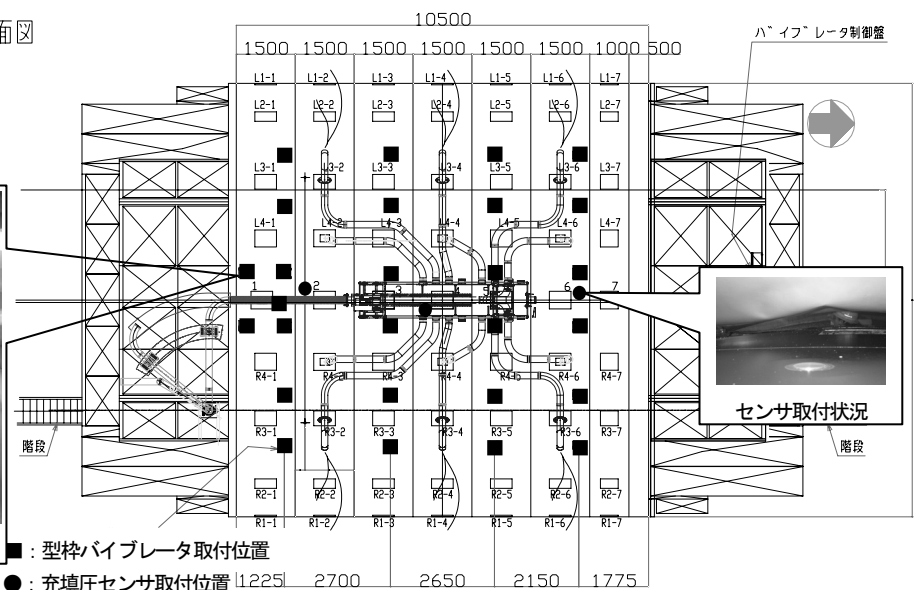
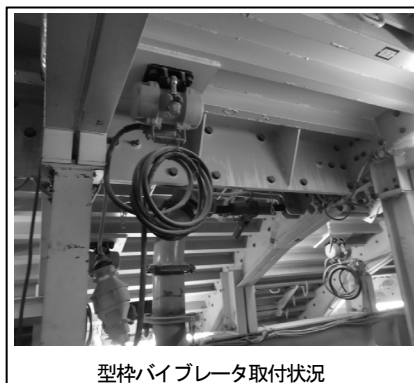


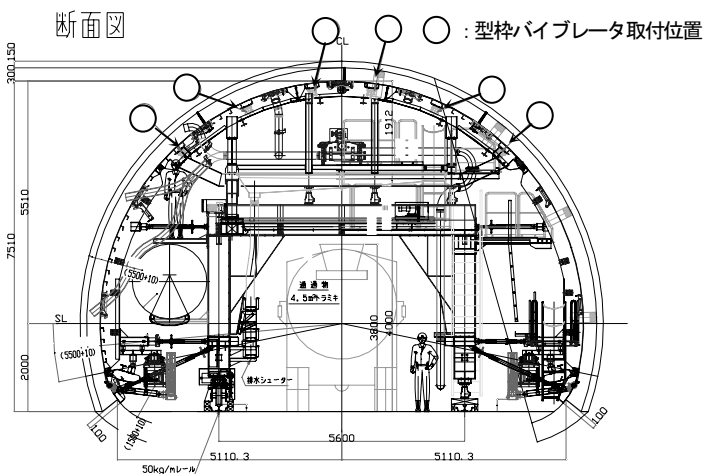
図-1 セントルへの型枠バイブレータと充填センサ取付位置

本報では、これらの取り組み結果を報告する。

### 2. 型枠バイブレータの配置と稼働制御

#### 2.1 型枠バイブレータの配置

型枠バイブレータは、1台当たりの振動伝播範囲が周囲1.5m程度(新津トンネル実績より<sup>1)</sup>)であることから、セントル縦断方向は設置間隔が3m未満となる4断面に、



1. 九州支店土木部 2. 九州支店島根原発防水堤(作) 3. 名古屋支店下原トンネル(作) 4. 日本インフラマネジメント(株)

セントル断面方向はコンクリート打設配管の切替え高さ  
と打設口の位置を考慮して、左右に3列ずつの6台/断面、  
さらに天端吹上げ口からのコンクリートの流動性確保を  
考慮して、吹上げ口のラップ側に2台を追加した合計26  
台を配置した。型枠バイブレータはエクセン社製  
HKM30LF（振動数50～120Hz）を専用のフックベースで  
型枠内面に固定している。（図-1）

### 2.2 型枠バイブレータの稼働制御

型枠バイブレータの稼働は、打ち込まれたコンクリート  
のリフト高さに合わせて、ほぼ同じ高さに位置するバ  
イブレータを順次稼働させた。一回当たりの稼働は、振  
動数70～100Hzで30～90秒程度に設定し、過剰な加振に  
よりコンクリートが分離しない様に配慮した。

また、天端吹上げ口の周囲に配置した4台の型枠バイブ  
レータは、吹上げ口からのコンクリート打設時には、常  
時加振を行った。

## 3. 充填圧計測によるコンクリート充填管理

### 3.1 コンクリート充填圧による管理方法

セントル天端吹上げ口から切羽側へ1mの位置と、中間  
部及び妻部から坑口側へ1.5mの3箇所にて土圧計を取付け、  
コンクリート打込み時、コンクリート充填による型枠へ  
の圧力を計測して充填度合いを管理することとした。

充填圧力の管理は、コンクリートの単位体積重量と余  
巻きも含めた覆工厚を考慮すれば、型枠面への荷重は  
10kPa程度の圧力となるが、天端やクラウン部の密充填の  
観点から、充填圧の管理基準値をセントル型枠の設計耐  
圧（60kPa）の半分の30kPaに設定した。

### 3.2 施工管理結果

充填圧の計測は、コンクリート投入が天端吹上げ口に  
切り替わった段階から連続的に測定し、データロガーに  
データを記録するとともに、型枠バイブレータ中央制御  
盤付近に、充填圧をリアルタイムにデジタル表示させて  
確認した。（写真-1）

充填圧の推移は、打ち込まれたコンクリートの上昇に応  
じて、吹上げ口付近から、中間部、妻部の順に圧力が増  
加するが、型枠バイブレータの稼働により充填圧が一時的  
に減少する。充填圧はこの様な増減を繰り返しながら  
管理圧まで昇圧しており、天端部に打ち込まれたコンクリ

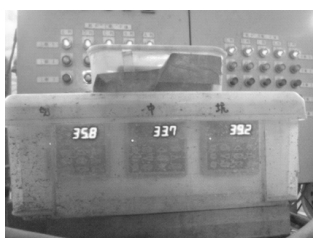


写真-1 充填圧デジタル表示



写真-2 覆工仕上がり状況

ートが良好に締め固められて密実に充填されていく状況  
を示唆している。同時に使用した妻部透明型枠からの目  
視でも良好な充填状況を確認できた。（図-2）

## 4. 覆工コンクリートの仕上がり

### 4.1 コンクリート表面の外観

覆工コンクリートの表面は、縞模様のない様な仕上  
がりを確保することができ、天端の締め固めに適用される  
新技術の引抜バイブレータを使用した場合に比較しても、  
遜色のない仕上がりといえる。（写真-2）

### 4.2 コンクリート表面の密実性

コンクリート表面の密実性を確認するため、透気試験  
（トレント法）を実施して、棒状バイブレータで締め固  
めた側壁部と型枠バイブレータで締め固めた天端部を比  
較した。透気試験の結果により、型枠バイブレータにお  
いても密実性が確保されている。（表-1）

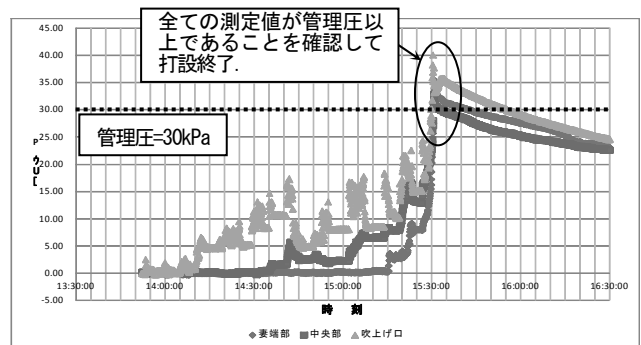


図-2 施工中の充填圧の推移

表-1 透気試験結果（透気係数 単位:  $\times 10^{-10} \text{m}^2$ ）

測定部位	側壁部 (棒状バイブレータ使用)	肩部 (棒状+型枠バイブレータ併用)	天端部 (型枠バイブレータ使用)
ラップ側から1.4m	0.061 ⇒判定(良)	0.067 ⇒判定(良)	0.096 ⇒判定(良)
ラップ側から2.8m	0.160 ⇒判定(標準)	0.091 ⇒判定(良)	0.180 ⇒判定(標準)
妻側から1.0m	0.200 ⇒判定(標準)	0.320 ⇒判定(標準)	0.200 ⇒判定(標準)

## 5. まとめ

覆工コンクリート天端部の締め固めに型枠バイブレータ  
を適用し、打設時の充填圧を管理することで、空洞のな  
い密実なコンクリートを施工することができた。今後、  
トンネル以外の構造物でも狭隘な形状や過密鉄筋となる  
部位などでの適用について、検討課題と考える。

謝辞：本報告における覆工コンクリート施工に際して、  
沖縄総合事務局南部国道事務所那覇空港自動車道出張所、  
大栄工機（株）をはじめ関係者の皆さんに多大なるご支  
援とご指導をいただきました。厚くお礼を申し上げます。

### 【参考文献】

- 1) 柳森 豊ら：中流動覆工コンクリートの実物大型枠に  
よる試験施工，とびしま技報 No.59, pp. 5-6, 2010.9.