

トンネル二次覆工の天端コンクリートの締め固めについて

Concrete Compaction to Prevent Collapse of Tunnel Lining

加藤 和夫^{※1} 渡邊 信吾^{※2} 柳 森 豊^{※3}

Kazuo Kato Shingo Watanabe Yutaka Yanagimori

【要旨】

近年、トンネル覆工コンクリートのひび割れ・剥落が社会問題として顕在化する中で、トンネルアーチ天端部に時間の経過とともに打設時には見られなかった乾燥収縮によると考えられるクラックが進展して露見する現象が多く見受けられる。この原因のひとつとして、天端コンクリート打設時の締め固め不足が考えられている。

従来の施工方法では、特に吹き上げ孔付近はバイブレーターがかけ難く、締め固めが不十分となる場合が多かった。そこで、吹き上げ孔付近に操作が簡単でコストを抑えた、天端部を対象とする締め固め用の伸縮バイブレーターを取り付ける事を考え試行した。本稿では、この試行結果のあらましを抄録として報告する。

【キーワード】 トンネル二次覆工 天端コンクリート バイブレーター

1. はじめに

近年、公共工事に対する関心が高まり、土木構造物に対してもその長期耐久性の確保について注目されている。無筋コンクリート施工されるトンネル覆工コンクリートに関しては、これまでその機能や性能の位置づけからさほど重要視されてこなかったが、覆工コンクリートのひび割れ・剥落等が社会問題化しており、特に施工時における初期欠陥の発生防止は大きな課題となっている。

トンネル天端部においては打設後の時間経過とともに乾燥収縮によると考えられるクラックが発達して露見する事例が多く見受けられ、その原因の一つとして、天端コンクリートの締め固め不足が指摘されている。

2. 従来技術の問題点

従来、覆工コンクリートの締め固め作業は、セントルの検査窓からのバイブレーター投入により施工されており、コンクリート打設を天端吹き上げ口に切り替えてからは棲枠部や開放可能な検査窓からのバイブレーター投入に依らざるを得ず、特に吹き上げ孔付近はバイブレーターによる締め固めが困難となる。締め固め不足は、乾燥収縮ひび割れの一因となるだけでなく、背面空洞も生じさせる場合もあることから、これを安価で効率よく解決できる

対策が望まれていた。(図-1)

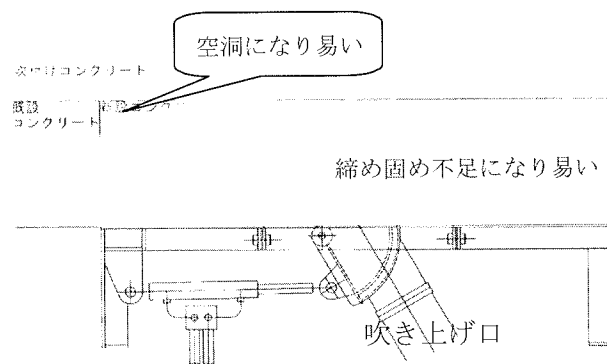


図-1 天端部のイメージ図

3. 天端部へ設置するバイブレーターの検討

前章の問題点を解決すべく、吹き上げ口付近に操作が簡単で低コストとなる天端締め固め用のバイブレーターの取り付けを検討した。

締め固めが困難となる吹き上げ口周辺や天端クラウン部には、従来は、セントル型枠に固定する型枠バイブレーターもよく使用されてきた。しかし、覆工コンクリート表面のエアアバタの発生や起振時間により仕上がり面の状況が左右されるなどの問題があり、十分な効果のある対策とは言えなかった。

そこで、型枠パイプレータでなく一般に使用される棒状パイプレータを用いることを基本としてパイプレータの設置を検討することとした。

適用可能な技術には、

- ① 天端にメッセンジャーワイヤを張り、それにパイプレータを取り付け、棲側に引き寄せてくる方法
- ② 棲側から長尺のパイプレータを伸縮させるパイプ倍部伸縮式

などがあるが、設置にかなりのコストが掛かる上に段取りや整備に多くの手間がかかる等の問題が指摘されている。本トンネルでは施工延長も比較的短く費用対効果も考慮して、吹き上げ孔付近に操作が簡単で低コストに抑えた締め固め用伸縮式パイプレータを取り付ける事とし、取り付け位置は、吹き上げ口周辺に4箇所設置した。(図-2)

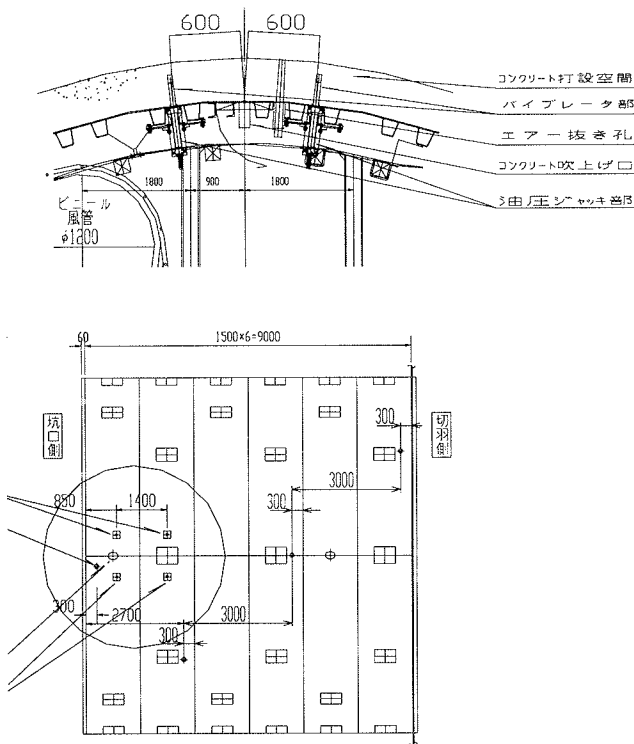


図-2 天端伸縮パイプレータ設置図

4. 天端伸縮式パイプレータの概要

パイプレータは棒状で打設されるコンクリートの流動性を阻害しないように配置するとともに、パイプレータを起動すると、パイプレーションしながら伸長し、延伸ストローク長まで伸びた後、自動的に元の位置に縮小するように油圧制御された構造とし、一度のスイッチ操作

で一稼動する方式とした。図-3に詳細図、写真-1に設置状況、写真-2にパイプレータ伸長状況をそれぞれ示す。

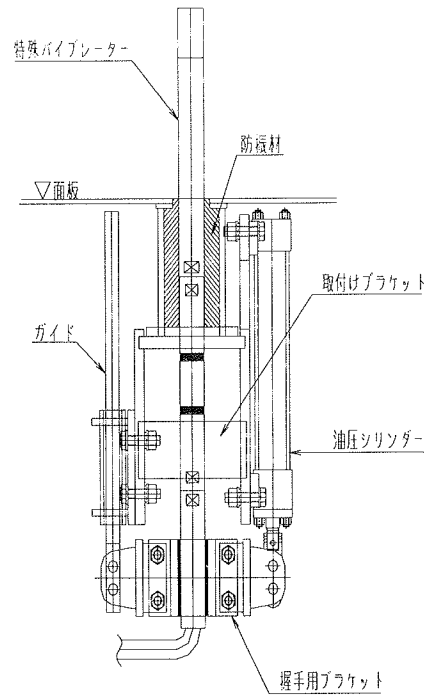


図-3 パイプレータ部詳細図

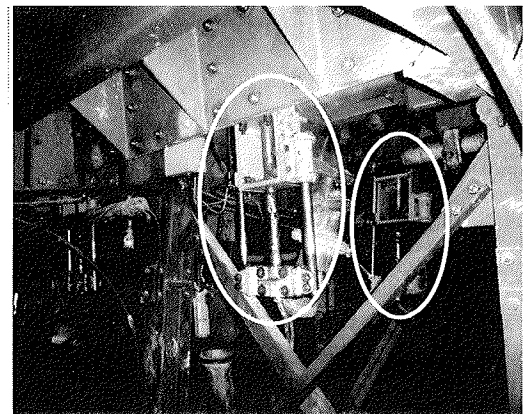


写真-1 天端伸縮パイプレータ設置状況

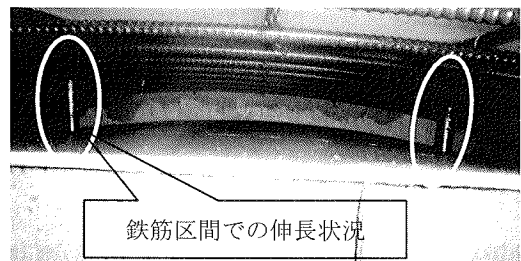


写真-2 天端伸縮パイプレータ伸長状況

また、パイプレータが縮小した状態がコンクリートの仕上がり面となることから、目違いを生じさせないよう

に凹凸の無い位置でのストローク調整に配慮した。

5. 施工結果

実施工では、特に支障もなく容易に使用することができ、締め固め状況についても、施工後の打音検査を密に行ったが健全音を発し、問題はなかった。

しかし、打設休止期間が長いと部材隙間へのモルタル分の固着により伸縮稼動に影響する場合があったが、この場合はモルタル分の清掃とパイプレータへのグリス塗布を事前に入念に行うことで対処できた。

6. まとめ（考察と今後への課題）

本パイプレータを使用したことで、比較的安価で容易に天端部締め固めが施工でき、現時点で空洞や覆工へのひび割れは生じていない。発注者からも高品質の覆工コンクリートを打設したと評価されている。ただし、使用回数が増すと伸縮の際に微妙な目違いを生じることが懸念され、油圧シリンダストローク調整に改善の余地はあると考えている。今後、更なる品質向上へ向けて引き続き取り組む所存である。

Summary While cracking and spalling of tunnel lining concrete has been increasingly recognized as a social problem, a phenomenon has been frequently found in tunnels, in which cracking presumably due to drying shrinkage appears in the arch crown of concrete lining that were crackless immediately after concrete placing. One of the reasons for this phenomenon is thought to be insufficient consolidation during placing in crown areas.

By conventional shotcreting methods, consolidation in crown areas, particularly in the areas near holes for upward spraying, tends to be insufficient because of the difficulty in operating vibrators. The authors therefore devised low-cost, easily operable telescopic vibrators to be installed near holes for upward spraying for consolidation in crown areas. This paper summarizes the trial operation of test vibrators.

【Keywords】 secondary lining, crown concrete, vibrator