

トンネルの補強技術(部分薄肉化PCL工法)

～土研 新技術ショーケース 2015 in 福岡～

〈開発者〉 土木研究所・PCL協会

はじめに

当技術の適用(何をするための技術)

老朽化したトンネルの補強を目的とした
プレキャストコンクリート版を設置するライニング工法

本日の紹介内容ー目次ー

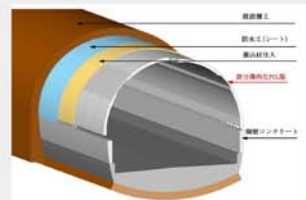
1. 用途・概要の紹介(どのようなものなのか)
 - ・ PCL工法とは
 - ・ 部分薄肉化PCL工法とは
 - ・ 工期・コスト比較
2. 実績の紹介(どのような使われ方なのか)
 - ・ 実績の紹介
3. トピックス
4. 問い合わせ先



用途・概要(どのようなものなのか)

用途・概要 ①PCL工法とは

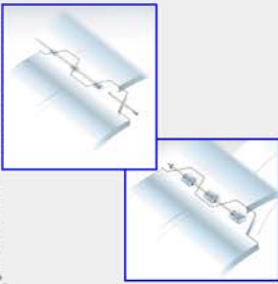
- ① プレキャスト製コンクリートアーチを組立て、トンネルの補強を行う工法
- ② PCL版はアーチ構造で自立
- ③ トンネル内部での専用重機による掘付け
- ④ 片側交互通行開放下による施工が可能
(日々施工完了後、全面開放が可能)



用途・概要 ②構造

トンネル上半を2分割のPCL版とした3ヒンジアーチ構造

●天頂部 連結ボルトにより固定



●脚部

- ① 高さ調整ボルト
- ② 支持ボルト
- ③ 押し出しボルト
- ④ 脚部連結ボルト



用途・概要 ③設計

設計条件の整理

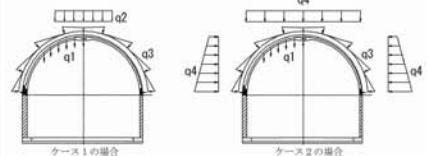
検討すべき荷重の組合せ及び載荷形状図

荷重の組合せ

断面力の算出

応力度照査

(ケース1) $q_1 + q_2 + q_3$
 (ケース2) $q_1 + q_3 + q_4$
 ここで、
 q_1 : PCL版の自重
 q_2 : 剥離掘削荷重
 q_3 : PCL版背面への掘込み土圧
 q_4 : ゆるみ土圧(水平方向土圧係数は、0.5を標準とする)



用途・概要 ④施工フロー


防水工・側壁工

PCL版架設工

脚部根固め工

裏込め注入工

- ・既設覆工からの漏水・導水対策として、防水シートを施工
- ・側壁を現場打ちにて施工



PCL 工法® Precast Concrete tunnel lining Page 7

用途・概要 ⑤施工フロー


防水工・側壁工

PCL版架設工

脚部根固め工

裏込め注入工

- ・専用機械による組み立て(片側交互通行規制による)
(写真はスピナーーム方式による施工)



PCL 工法® Precast Concrete tunnel lining Page 8

用途・概要 ⑥施工フロー


防水工・側壁工

PCL版架設工

脚部根固め工

裏込め注入工

- ・PCL版と側壁コンクリートの隙間にグラウトホールよりモルタルを注入。
(参考例:断面図)



PCL 工法® Precast Concrete tunnel lining Page 9

用途・概要 ⑦施工フロー


防水工・側壁工

PCL版架設工

脚部根固め工

裏込め注入工

- ・PCL版と既設覆工(防水シート)の隙間にグラウトホールよりエアモルタルを注入。
- ・1回の注入高さは1~1.5m程度。(構造計算による)
(参考例:施工機械配置図)



PCL 工法® Precast Concrete tunnel lining Page 10

用途・概要 ⑧施工方式-1

スピナーーム方式



トンネル内でトラックより直接荷取り
(交通規制条件によってはトンネル外で荷取りしてトンネル内に搬入する場合もあり)

↓

所定の位置に架設

PCL 工法® Precast Concrete tunnel lining Page 11

用途・概要 ⑨施工方式-2

フォークリフト方式



トンネル外でクレーンによりフォークリフト架台に積み替え

↓

トンネル内に自走して搬入

↓

所定の位置に架設

PCL 工法® Precast Concrete tunnel lining Page 12

用途・概要 ⑩部分薄肉化PCL工法とは

共同研究の背景

インフラの老朽化
↓
変状に合ったメンテナンス
↓
新しい補強技術の開発
↓
民間提案型共同研究

1960年以前に造られた供用年数50年を超えるトンネルは箇所数では約35%、延長で約10%あり、今後はさらに増加していく。

PCL 工法® -Precast Concrete Tunnel Links- Page 13

用途・概要 ⑪部分薄肉化PCL工法とは

- ◆内空断面に余裕がない場合のPCL工法
- ◆薄肉部分に超強度繊維補強コンクリート(UFC)を使用

現状では建築限界確保が困難
↓
確保のため、盤下げなどの対策
↓
PCL版の部分薄肉化
↓
盤下げせずに建築限界を確保

PCL 工法® -Precast Concrete Tunnel Links- Page 14

用途・概要 ⑫部分薄肉化PCL工法とは

薄肉部の部材	通常部の部材
部材厚 $t=75\text{mm}$ (140mm) UFCを用いた鉄筋コンクリート構造 $f'_{ck} = 200\text{N/mm}^2$	部材厚 $t=140\text{mm}$ 鉄筋コンクリート構造 $f'_{ck} = 40\text{N/mm}^2$

PCL 工法® -Precast Concrete Tunnel Links- Page 15

用途・概要 ⑬部分薄肉化PCL工法とは

補強性能確認実験(実大規模載荷試験)

【想定モデル】
・2車線道路トンネルモデル 外径 $\phi 9.7\text{m}$ 覆工厚0.30m
・上方の地山が緩み、覆工天端に荷重を受ける場合を想定した場合

試験体・載荷方法概要図

(独)土木研究所との共同研究
「部分薄肉化PCL版を用いたトンネル補強工法に関する共同研究報告書」
共同研究報告書 第330号 18年3月

PCL 工法® -Precast Concrete Tunnel Links- Page 16

用途・概要 ⑭部分薄肉化PCL工法とは

補強性能確認実験(実大規模載荷試験)

薄肉部
部分薄肉化PCL試験体
薄肉部

(独)土木研究所での実物大実験風景

PCL 工法® -Precast Concrete Tunnel Links- Page 17

用途・概要 ⑮部分薄肉化PCL工法とは

補強性能確認実験(実大規模載荷試験)

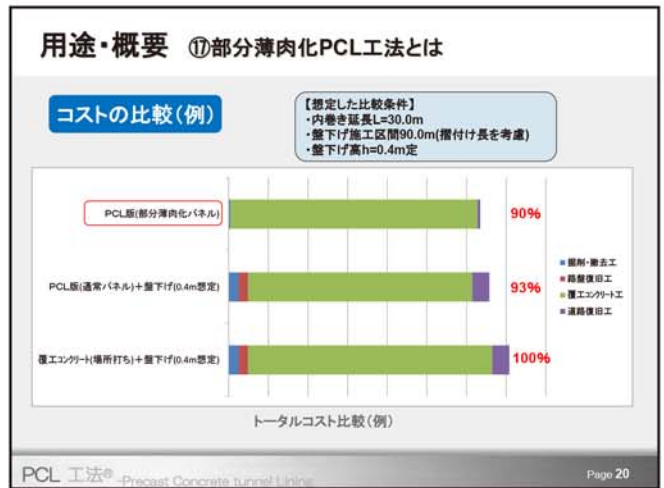
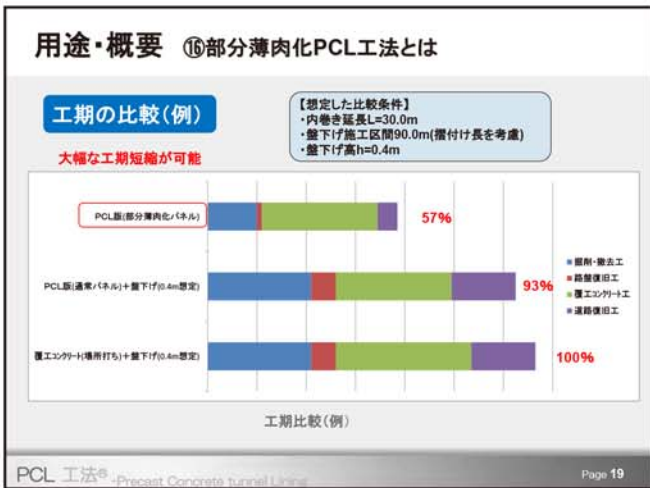
【載荷試験結果】
・無垢の覆工($t=300\text{mm}$, 18N/mm^2)と比較して1.93倍の耐力を有していることが確認された。

シャッキ60分の合計重量 (kN)

90° 外側高さ50cm位置変位 (mm)

荷重変位曲線

PCL 工法® -Precast Concrete Tunnel Links- Page 18



用途・概要 ⑱部分薄肉化PCL工法とは

特徴のまとめ

- 薄肉部に超強度繊維補強コンクリートを使用
- 盤下げなどを行わなければ建築限界が確保できない狭隘トンネル断面に適用可能
- これまでのPCL工法の施工方法はそのまま流用可能

他工法と比べて

- 優れた補強効果を有している(性能実験にて確認)
- 工期短縮・コストの縮減が可能

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Linings Page 21

実績(どのような使われ方なのか)

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Linings Page 22

実績 どのような使われ方なのか

① 鳴子トンネル

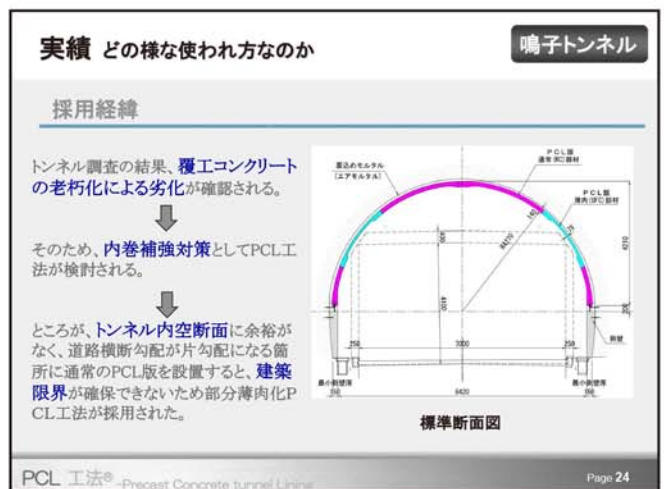
- 宮城県大崎市
- 平成22年6月
- 老朽化したトンネルの補修・補強
- R=4.3m、施工延長40m

⇒次ページから鳴子トンネルの詳細内容を紹介いたします

② 田代トンネル

- 新潟県柏崎市
- 平成22年10月
- 老朽化したトンネルの補修・補強
- R=4.1m、施工延長35m

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Linings Page 23



実績 どの様な使われ方なのか

鳴子トンネル

準備工
↓
PCL版架設前に
脚部金具を仮付け
↓
架設機械据付
↓
PCL版架設工
↓
根固め工
↓
裏込め注入工
↓
施工完了

①施工前 ②施工中 ③据付完了 ④供用

PCL 工法® Precast Concrete Tunnel Links Page 25

トピックス

一般財団法人 国土技術研究センター・沿岸技術研究センター主催の「第16回(平成26年度)国土技術開発賞」において「部分薄肉化PCL工法」が入賞しました

国土技術開発賞
入賞状
国土技術研究センター
表彰状
貴所が開発された技術は、
第十四回国土技術開発賞の
選考において優れていてと
認められましたのでここに
表彰します。
平成二十六年一月一日
国土技術研究センター長
中村英夫

第16回平成26年度
国土技術開発賞

PCL 工法® Precast Concrete Tunnel Links Page 26

部分薄肉化PCL工法への問い合わせ先

- 国立研究開発法人 土木研究所 つくば中央研究所
道路技術研究グループ トンネルチーム
☎ : 029-879-6791
- PCL協会 (PCL協会事務局: ㈱IHI建材工業内)
☎ : 03-6271-7327
または、ホームページ
www.pcl-kyokai.com

協会加盟会社
㈱IHI建材工業 ジオスター(株)
日本コンクリート工業(株) 日本サミコン(株)

PCL 工法® Precast Concrete Tunnel Links Page 27

問い合わせ先

PCL協会ホームページ

明るい未来を築く
トンネル覆工、補修補強の最適工法

すべての施工実績
を紹介しています。

部分薄肉化PCL工法
専用のパンフレットと
なっています。

PCL 工法® Precast Concrete Tunnel Links Page 28

御清聴ありがとうございました。

Thank you for your attention.

PCL 工法®
www.pcl-kyokai.com