

# 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 2014 in 大阪～

〈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-目次-

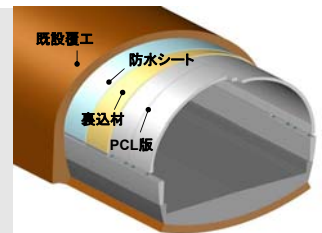
1. 用途・概要の紹介(どのようなものなのか)
  - PCL工法とは
  - 部分薄肉化PCL工法とは
  - 工期・コスト比較
2. 実績の紹介(どのような使われ方なのか)
  - 実績の紹介
3. トピックス
4. 問い合わせ先



## 用途・概要(どのようなものなのか)

## 用途・概要 PCL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据付け
- ④ 片側交互交通開放下による施工が可能



①施工写真



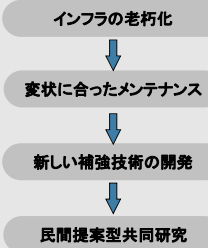
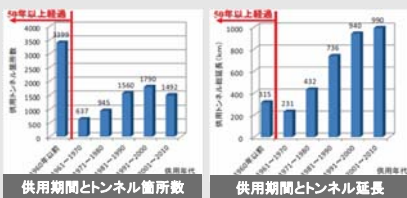
②完成写真



③完成写真

## 用途・概要 部分薄肉化PCL工法とは

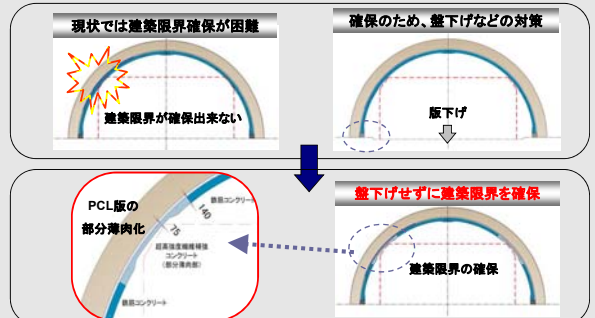
### 共同研究の背景



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

## 用途・概要 部分薄肉化PCL工法とは

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



### 用途・概要 部分薄肉化PCL工法とは

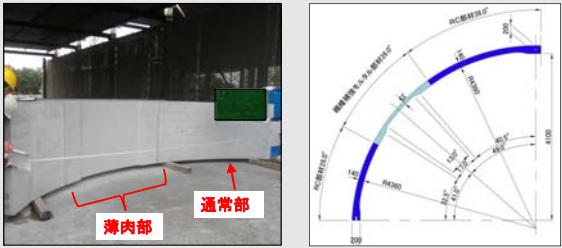
**超高強度繊維補強コンクリート**  
(UFC: Ultra high strength Fiber reinforced Concrete)

- 概要  
繊維補強を行った超高強度セメント質複合体
- 強度特性  
圧縮強度: 150/mm<sup>2</sup>以上・ひび割れ発生強度: 4N/mm<sup>2</sup>以上
- 耐久性  
透水係数・透気係数・塩化物イオンの拡散係数が通常のコンクリートに比べて著しく小さい
- その他特長  
耐塩害性・耐摩耗性・耐衝撃性に優れる
- 設計耐用年数  
一般に100年を標準としてよい

※一部、「土木学会 超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)」を引用

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Lining Page 7

### 用途・概要 部分薄肉化PCL工法とは



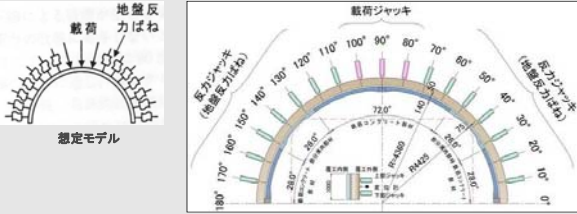
薄肉部の部材	通常部の部材
部材厚 t=75mm (140mm)	部材厚 t=140mm
UFC 構造	鉄筋コンクリート構造
f'ck = 200N/mm <sup>2</sup>	f'ck = 40N/mm <sup>2</sup>

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Lining Page 8

### 用途・概要 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φ9.7m 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



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工法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 Lining Page 9

### 用途・概要 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)**



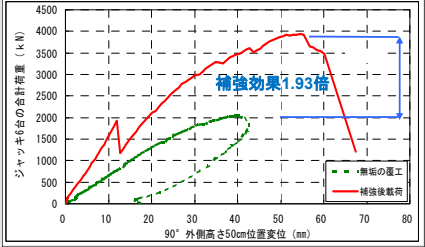
(独)土木研究所での実物大実験風景

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Lining Page 10

### 用途・概要 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=300mm, 18N/mm<sup>2</sup>)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。



荷重変位曲線

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Lining Page 11

### 用途・概要 部分薄肉化PCL工法とは

**工期の比較(例)**

【想定した比較条件】  
・内巻き延長L=30.0m  
・盤下げ施工区間90.0m(覆付け長を考慮)  
・盤下げ高h=0.4m

大幅な工期短縮が可能

比較項目	工期短縮率
PCL板(部分薄肉化)	61%
PCL板(通常) + 盤下げ(0.4m想定)	96%
覆工コンクリート(場所打ち) + 盤下げ(0.4m想定)	100%

工期比較(例)

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Lining Page 12

### 用途・概要 部分薄肉化PCL工法とは

**コストの比較(例)**

【想定した比較条件】  
 ・内巻き延長L=30.0m  
 ・盤下げ施工区間90.0m(覆付け長を考慮)  
 ・盤下げ高h=0.4m定

工法	コスト (%)
PCL版(部分薄肉化)	88%
PCL版(通常) + 盤下げ(0.4m想定)	92%
覆工エンガート(場所打ち) + 盤下げ(0.4m想定)	100%

■ 材料・架設工  
 ■ 経費減旧工  
 ■ 覆工エンガート工  
 ■ 経費減旧工

トータルコスト比較(例)

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Lining Page 13

### 用途・概要 部分薄肉化PCL工法とは

**特徴のまとめ**

- 薄肉部に**超高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**できないような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・コストの縮小**が可能

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Lining Page 14

### 実績 (どのような使われ方なのか)

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Lining Page 15

### 実績 どのような使われ方なのか

① 鳴子トンネル

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

⇒次ページから鳴子トンネルの詳細を紹介します

② 田代トンネル

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

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Lining Page 16

### 実績 どのような使われ方なのか 鳴子トンネル

**採用経緯**

トンネル調査の結果、**覆工コンクリートの老朽化による劣化**が確認される。

そのため、**内巻補強対策**としてPCL工法が検討される。

ところが、**トンネル内空断面に余裕がなく、通常のPCL版を設置すると、建築限界が確保できない**ために**部分薄肉化PCL工法**が採用された。

標準断面図

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Lining Page 17

### 実績 どのような使われ方なのか 鳴子トンネル

①施工前 ②施工中 ③据付完了 ④供用

準備工  
 ↓  
 PCL版取付前に脚部金具を仮付け  
 ↓  
 架設機械据付  
 ↓  
 PCL版設置工  
 ↓  
 脚部固定工  
 ↓  
 裏込め注工  
 ↓  
 施工完了

PCL 工法® -Precast Concrete tunnel Lining Page 18

トピックス

一般財団法人 国土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工法が入賞いたしました



部分薄肉化PCL工法への問い合わせ先

- 独立行政法人 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: 石川島建材工業㈱内)  
☎ : 03-6271-7327  
または、ホームページ  
[www.pcl-kyokai.com](http://www.pcl-kyokai.com)
- 協会会社  
 石川島建材工業㈱      ジオスター㈱  
 日本コンクリート工業㈱      日本サミコン㈱
- 【NETIS登録: HR-030003-A】(PCL工法)

問い合わせ先

PCL協会ホームページ



部分薄肉の性能  
確認実験を紹介  
しています。



御清聴ありがとうございました。  
Thank you for your attention.