トンネル補強工法 (部分薄肉化PCL工法)

P C L 協 会 国立研究開発法人 土木研究所 つくば中央研究所 トンネルチーム

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

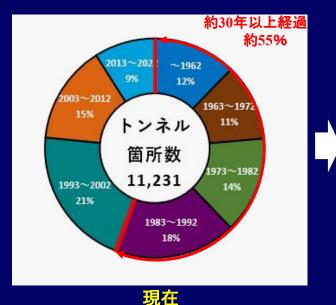
紹介内容 一目次一

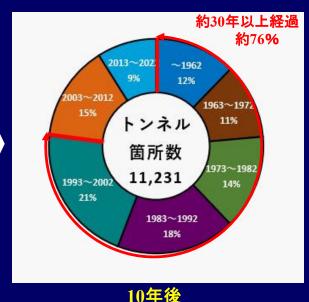
- 1. 道路トンネルの現況
- 2. 用途・概要(どのようなものなのか)
 - PCL工法
 - 部分薄肉化PCL工法
- 3. 実績(どのように使われているのか)
 - 部分薄肉化PCL工法の実績

1. 道路トンネルの現況

1-1. 年代別のトンネル箇所数

・約30年以上経過すると老朽化による変状が発生しやすい





道路メンテナンス年報 国土交通省道路局 2023年8月より

3

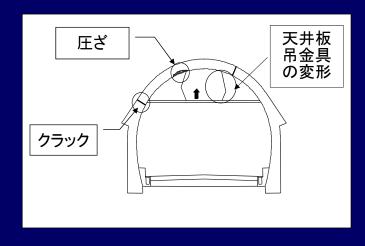
1. 道路トンネルの現況

1-2. トンネルの変状事例1(外力作用によるもの)

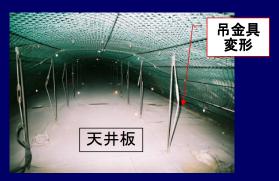
〇〇〇トンネル (約L=2500m)

中央部の30m区間に大きな変状が発生 (覆工の圧ざ・クラック、天井板吊金具の変形)

【対策工】 変状区間における覆工の打直しを実施







4

1. 道路トンネルの現況

1-3. 変状事例2(ひび割れによるブロック化)



単一のひび割れが交差しブロック化



ひび割れと横断目地との 組合せで半月状にブロック化



コールドジョイントと横断目地との 組合せでブロック化



コールドジョイントとひび割れとの組合せでブロック化

5

1. 道路トンネルの現況

1-4. トンネル変状対策工の分類と選定

トンネル変状対策工は変状の度合から、大きく以下の3つに分類される

変状の 度合

大

1. 外力対策

→トンネル補強技術

2. はく落

2. は〈落防止対策

→トンネル補修技術

小 3. 漏水•凍結対策

本工法は補強技術にも対応

- 1. 道路トンネルの現況
 - 1-5. 本工法の開発の背景
 - ●背景



薄肉で内空断面を確保しつつ補強効果が 期待できる工法がない

● 新しい補強技術(民提案型共同研究)

薄肉でも十分な補強効果が得られる 新補強技術の開発

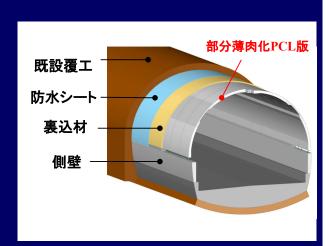
載荷パターンを再現した実物大試験により 耐荷力を確認

7

2. 用途•概要

2-1. 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、トンネルの補修、補強を行う工法
- ② PCL版は2分割アーチ構造で自立
- ③トンネル内部で専用重機によりPCL版を設置
- ④ 片側交互交通による施工が可能 (日々の施工完了後、全面開放が可能)





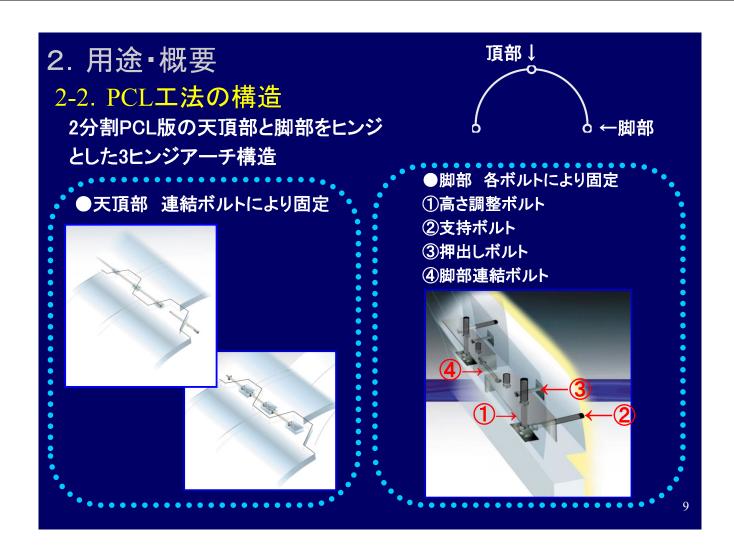
①施工写真



②完成写真

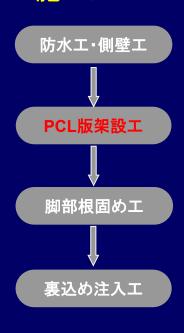


③完成写真





2-3. 施**エフロー** ②PCL版架設工



・現場条件に合わせた専用機械により PCL版の架設



※)写真はPCL工法の専用機械である スピンアーム方式による施工例

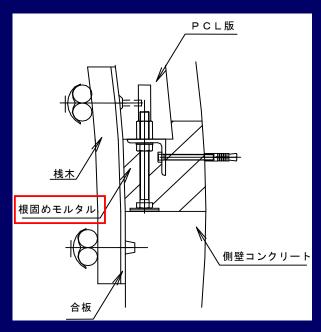
11

2. 用途•概要

防水工 · 側壁工 PCL版架設工 脚部根固め工 裏込め注入工

2-3. 施工フロー 3脚部根固め工

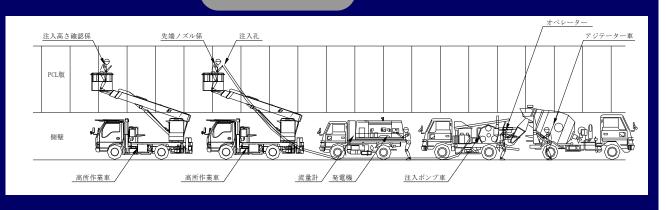
•PCL版脚部と側壁コンクリートの隙間に モルタルを注入



2-3. 施工フロー ④裏込め注入工



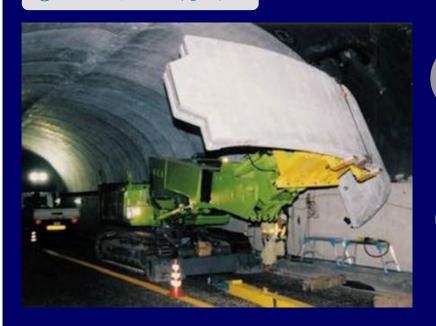
- ・PCL版と既設覆工(防水シー ト)の隙間にエアモルタルを 注入
- ・1回の注入高さは約1~1.5m 程度



2. 用途•概要

2-4. PCL版の架設方式

①スピンアーム方式



トンネル内でトラックより 直接荷取り



所定の位置に設置

2-4. PCL版の架設方式

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



所定の位置に設置

15

2. 用途•概要

2-4. PCL版の架設方式

③ 自走式組立架台方式(タイヤ式・レール式)



トンネル外でクレーンに より自走式組立架台に 仮組み



形状を保持しながらトンネル内に自走して搬入



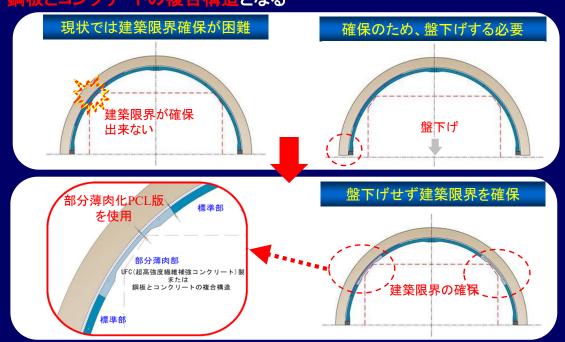
所定の位置に設置

※ 交通遮断を行うことなく施工可能

2-5. 部分薄肉化PCL工法とは

建築限界を侵す場合にトンネル肩部のみを薄肉化したPCL版を用いた工法

◆薄肉部については、UFC(超高強度繊維補強コンクリート)製または 鋼板とコンクリートの複合構造となる

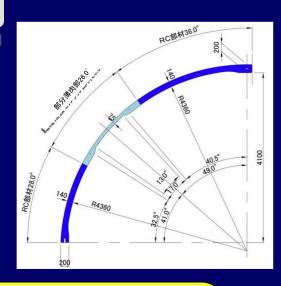


2. 用途•概要

2-5. 部分薄肉化PCL工法とは

① 部分薄肉化PCL版の<例>





通常部 部材厚 t=140mm

鉄筋コンクリート構造

薄肉部

部材厚 t=75mm

UFC(超高強度繊維補強コンクリート構造)製または 鋼板とコンクリートの複合構造

18

17

2-5. 部分薄肉化PCL工法とは

② 部分薄肉化PCL版を用いた実物大の載荷試験

実験で損傷を与えた覆工を部分薄肉PCL版で補強し載荷試験

・部分薄肉化PCL版の部材厚は、肩部75mmで肩部以外は140mm



19

2. 用途•概要

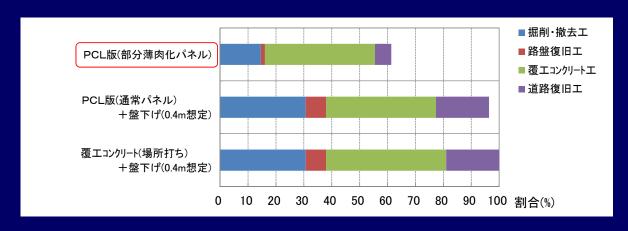
2-5. 部分薄肉化PCL工法とは

③ 工期の比較(例)

大幅な工期短縮が可能

【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(摺付け長を考慮)
- ・盤下げ高h=0.4m



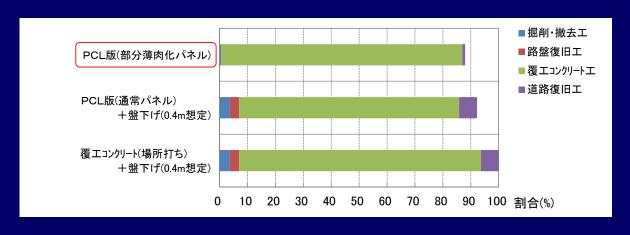
工期比較(例)

2-5. 部分薄肉化PCL工法とは

④ 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(摺付け長を考慮)
- ・盤下げ高h=0.4m



トータルコスト比較(例)

21

3. 部分薄肉化PCL工法の実績

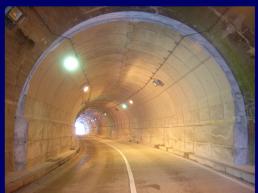
① 鳴子トンネル

- ■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・補強
- R=4.3m、施工延長40m

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・補強
- R=4.1m、施工延長35m





3. 部分薄肉化PCL工法の実績

③ 採用経緯(鳴子トンネル)

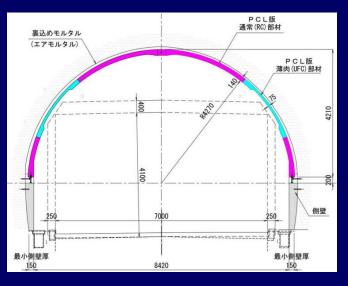
トンネル調査の結果、<mark>覆エコンクリートの老朽化による劣化が確認される</mark>

1

内巻補強対策としてPCL工法が検討される



トンネル内空断面に余裕がなく、道路横断勾配が片勾配になる箇所に通常のPCL版を設置すると、建築限界が確保できないため部分薄肉化PCL工法が採用された



標準断面図

23

3. 部分薄肉化PCL工法の実績

④ 施工状況(鳴子トンネル)



国土技術開発賞 入賞

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______





25

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

2:029-879-6791

■ PCL協会(PCL協会事務局:㈱IHI建材工業内)

2:03-6271-7240

または、ホームページ PCL工法 検索 www.pcl-kyokai.com

協会加盟会社

(株)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)