9 高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥点検技術と統合型診断システムの開発

研究責任者 パシフィックコンサルタンツ(株) 安田亨
共同研究グループ (株)ウォールナット、iシステムリサーチ(株)、(株)三英技研、(株)フォーラムエイト

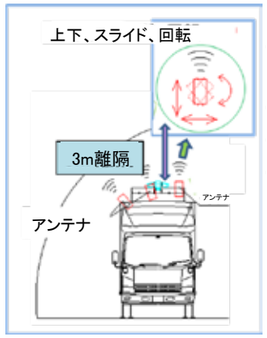
研究開発の目的・内容

研究開発の目的

① 打音検査の代替技術、補完技術として、覆工コンクリートの内部欠陥を、高速走行型非接触レーダーにより検出する点検技術を開発し、交通規制を要しないトンネル維持点検業務を実現する。

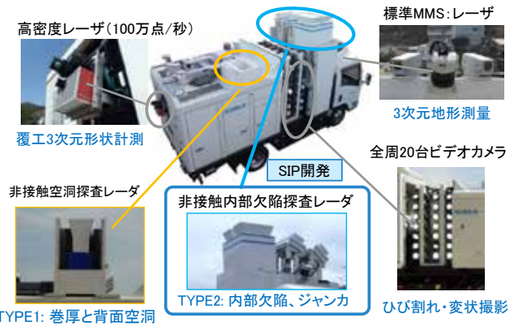
② 変状情報をレーザー計測の3次元位置情報と同期し、高精度な変状図を3次元可視化技術によってデータベース化するとともに、健全性を総合的に評価できる統合型診断システムを開発する。

研究開発の内容



内部欠陥探査用レーダー

- 非接触型アンテナ 3基搭載（3m程度の探査離隔は世界初）
- 時速50km/h程度での走行計測
- 問題箇所をスクリーニング
- 走行型計測車(MIMM-R)に搭載



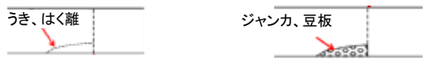
MIMM-R(カメラ、レーザー、空洞レーダー)に内部欠陥レーダーも搭載

現状の成果①

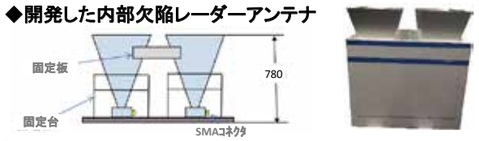
レーダーの開発

内部欠陥レーダーアンテナ （SIP新規開発）

◆対象とする内部欠陥

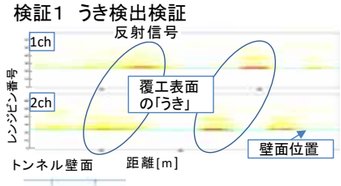


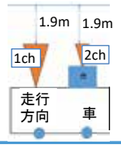
◆開発した内部欠陥レーダーアンテナ



項目	諸元	備考
レーダー方式	FM-CW方式	送受別アンテナ方式
最大探知距離	4m	壁面まで 1m～ 3m(標準)
中心周波数(帯域)	3GHz	帯域 (2GHz)
アンテナ数	3基	大アンテナ1基、小2基

検証1 うき検出検証

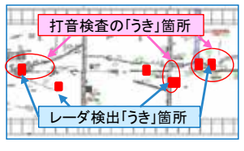




◆ うきの検出実験結果 車両上部にアンテナを走行方向に配置。

◆ 走行しながら、同一のうきの検出に成功

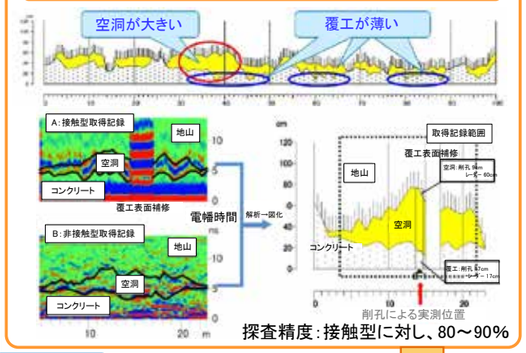
検証2 実トンネルでの検証



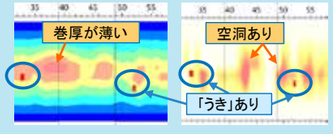
◆ 実トンネルにおいて内部欠陥レーダにて検証後、打音検査にて確認

◆ 実際の「うき」を検出 多めに検出する傾向あり

巻厚・空洞レーダーアンテナ （開発済み）



探査精度:接触型に対し、80～90%



- 交通規制せず、近接目視の前に打音検査箇所をスクリーニング
- 覆工厚、空洞の有無、内部欠陥を総合して、問題箇所を抽出

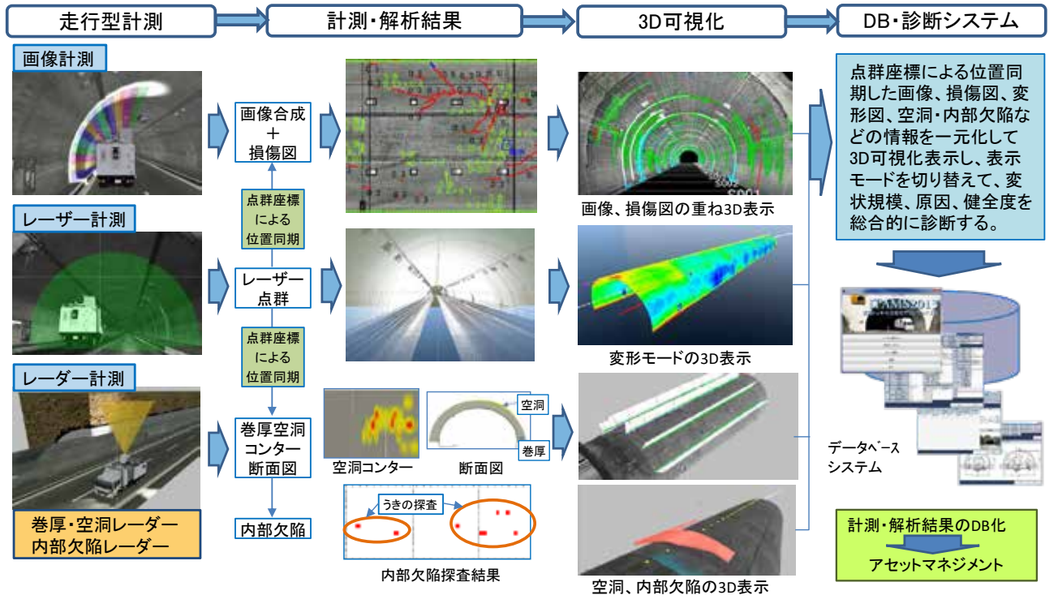
現状の成果②

3D 可視化技術

3次元可視化技術(統合型評価診断システム)の開発 【全体構成】

SIPにおける研究開発内容

◆ 点群解析機能:トンネル点群から自動的に目地位置検出を行い、スパンごとに断面形状やスパン軸を高精度に抽出する機能
◆ レーダー計測結果可視化機能:内部欠陥、巻厚・空洞厚の計測・解析結果を位置同期し、3D表示、コンター、縦・横断図表示する機能
◆ 下図の構成で、3D可視化、DB構築を行う。 **画像・レーザー・レーダーを組合せた健全度診断は日本で初めての試み。**



最終目標

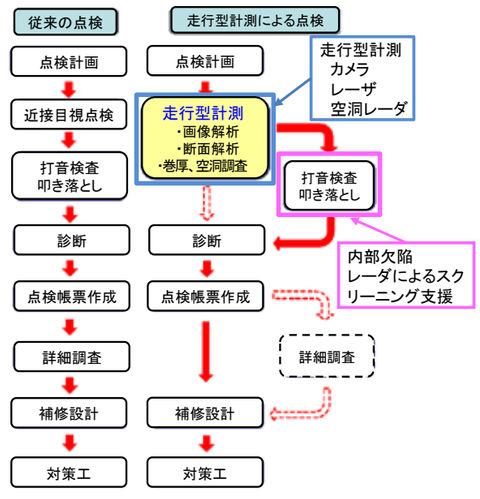
達成目標と達成度

実施項目	達成目標	達成度
内部欠陥点検診断技術	アンテナシステム構築 ・検出精度:80%以上 ・縦断5cm、横断方向1m ・探査深度:20cm程度	・アンテナシステム完成 ・目標とする内部欠陥の信号受信に成功 ・探査深度20cm以上
点検診断結果の可視化技術	・位置同期、目地位置同期、進行性評価ソフト ・3D可視化VRソフト	・位置同期、目地検出完了 ・変状進行性ソフト完成 ・3D表示機能:完了 ・DBソフト iTAMS完了

本技術の社会実装イメージ

	出口戦略	対象	スケジュール、見通し
①	開発レーダー、診断システム点検業務へ活用	自社業務他事業者への貸与	SIP終了後、速やかに実施。H29年度より5年間で自社シェア20%程度までアップを目指す。
②	近接目視、打音検査の補完、支援技術として活用	国交省他	次世代社会インフラ用ロボット試行と連動。点検要領の改訂まで視野に入れ普及、標準化
③	技術指導、現場へのコンサルテーション	自治体	岐阜大などの社会実装プログラムとの連携 統合型診断システムの普及
④	国内外へのレーダー・ソフト販売	コンサル点検会社	レーダーは年5台程度の販売 ソフトは年10本程度の販売
⑤	レーダー販売、計測業務、技術支援等の海外展開	ASEAN	走行型計測車両を活用した海外ビジネスモデル、車両のカスタマイズ、診断ソフトを活用

トンネル定期点検の支援



カメラ、レーザー、レーダーおよび、近接目視打音検査を総合的に融合させ、適切な判定を実施し、トンネル点検・診断全般の効率化、省力化を支援し、低コスト化を目指す。