

舗装層間剥離の新しい探査手法の開発



独立行政法人港湾空港技術研究所
空港研究センター 前川亮太

発表内容

1. 背景 ～層間剥離のメカニズム等
2. 研究の目的
3. 探査手法の概要
4. 調査結果
5. まとめ



赤外線を用いた層間剥離探査技術の開発

舗装層間剥離現象とは

舗装層間において、残留した水分等の影響により十分な層間付着力が確保できず剥離が生じる現象



さらに進行すると…

ブリスタリング現象 (次頁に図示)

舗装内の水蒸気の膨張等により、透気性の小さいアスファルト混合物層が隆起する現象



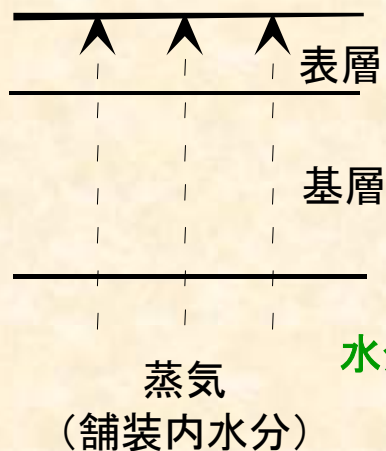
空港運用上の危険をもたらす



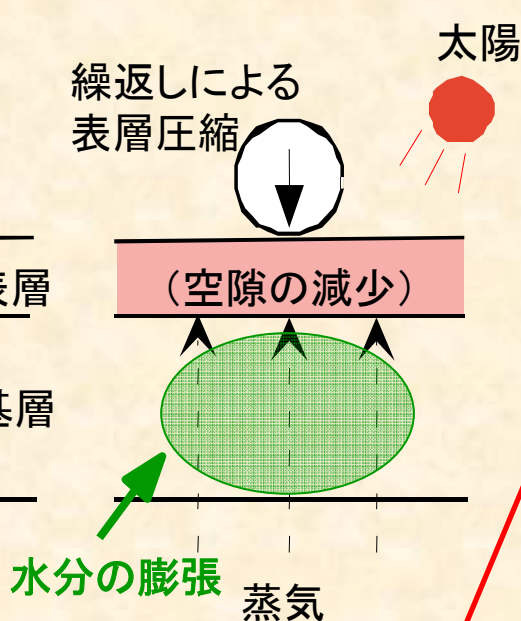
ブリスタリングによる滑走路の損傷例

舗装層間剥離およびブリスタリング現象のメカニズム

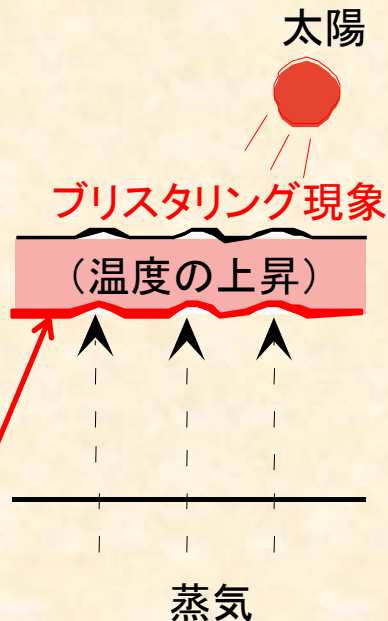
STEP-1



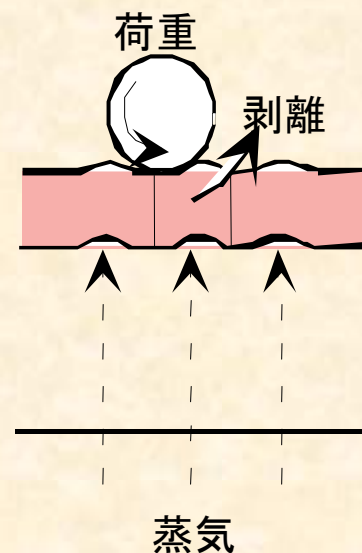
STEP-2



STEP-3



STEP-4



層間剥離 ➡ 早期発見・早期対処が重要

ブリストリング現象の原因と指標

- 表層空隙の減少
 - 空隙率2.5～3%, 透水係数 10^{-7} cm/s以下
- 舗装内含有水分の存在
 - 含水比1.0%以上
- 舗装温度の上昇
- 交通荷重が過酷
 - 層間付着強度1MPa以下

→ ブリストリング現象発生のおそれ

従来の探査方法 → 打音調査法

ハンマーで舗装をたたき、その反響音から異常位置を検出

— 長所

- ・特殊な機械等を使用しない

— 短所

- ・広範囲の計測は人海戦術
- ・調査者の主観に異存



打音調査実施状況

2. 研究の目的

打音調査における課題

- ・広範囲の計測は人海戦術
- ・調査者の主観に異存



←空港管理者の定員減少
←経時的なデータが重要

効率的かつ客観的な剥離探查手法の確立

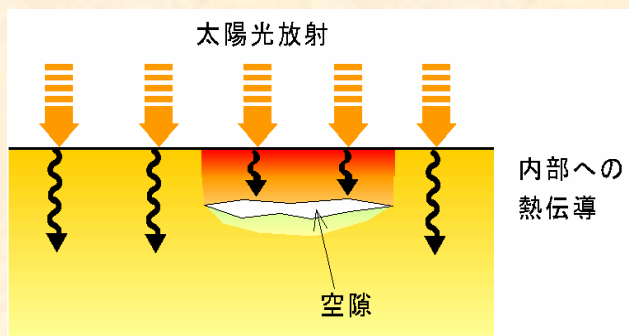
具体的には **赤外線探查** の活用

探査手法の概要

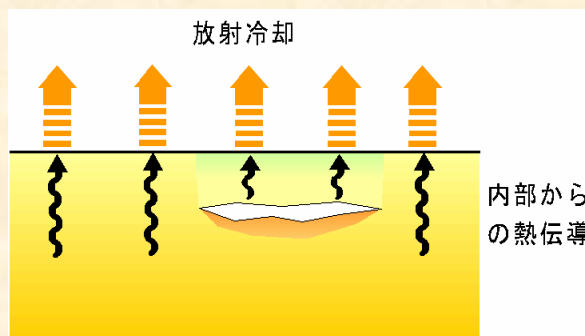
赤外線探査の原理

舗装表面の放熱熱量を測定して
周辺との温度差から異常位置を検出

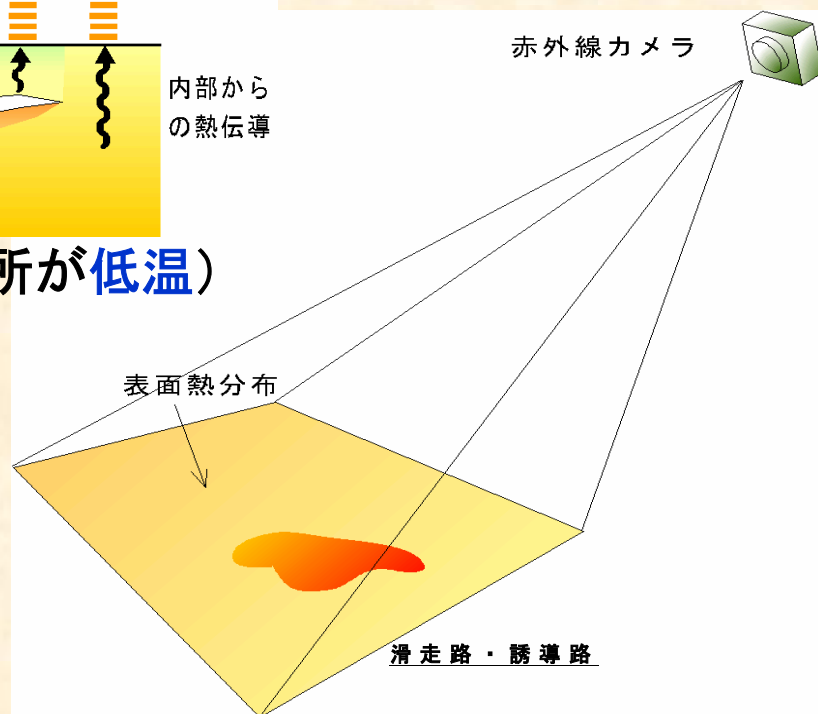
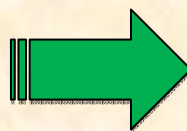
層間剥離部の断熱効果



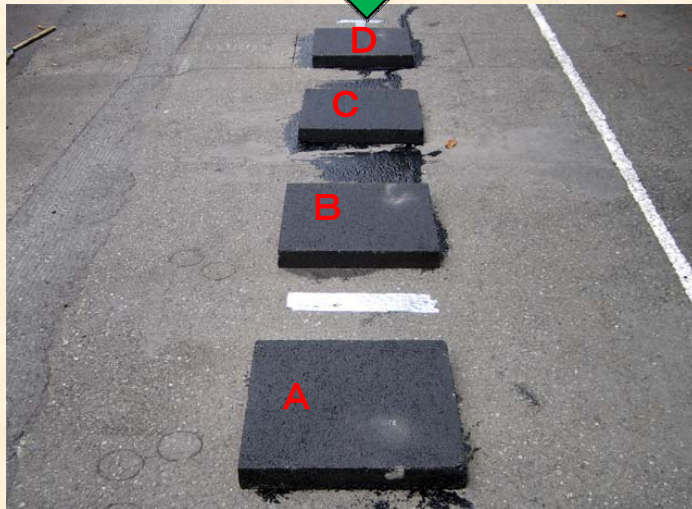
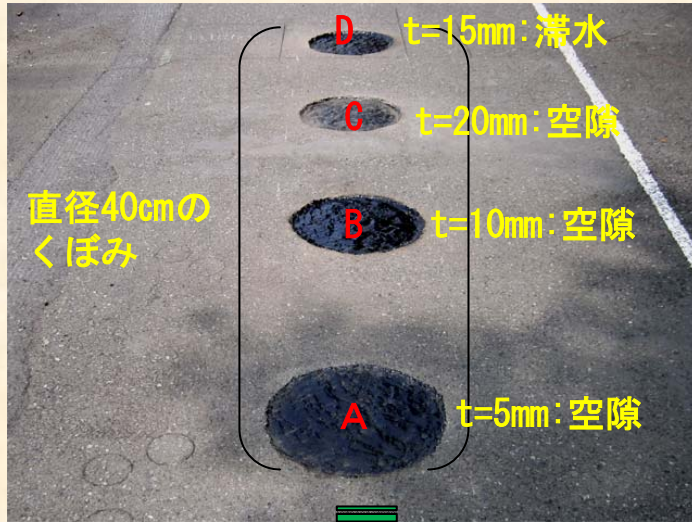
昼間(剥離箇所が**高温**)



夜間(剥離箇所が**低温**)

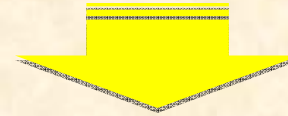


予備実験結果



まずは予備実験

意図的に層間剥離を設置



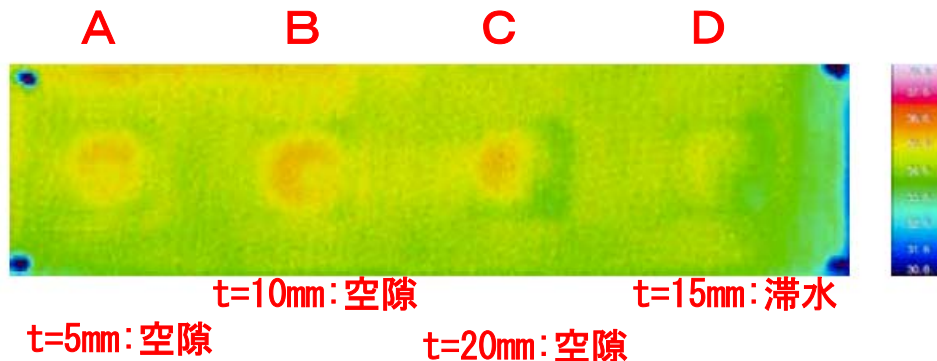
赤外線で期待通りに
剥離を拾えるか???



予備実験の結果

赤外線
(平面図)

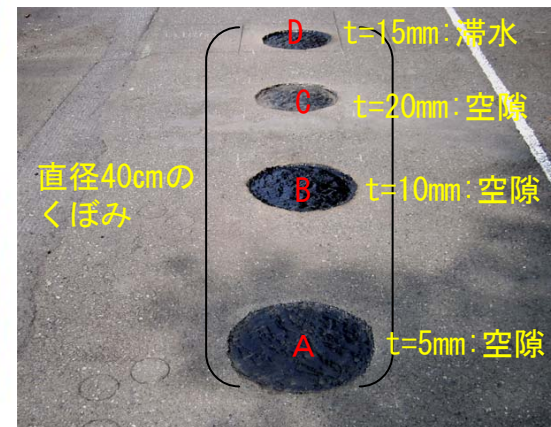
14:00
気温30℃



19:15
気温26℃



23:30
気温22℃

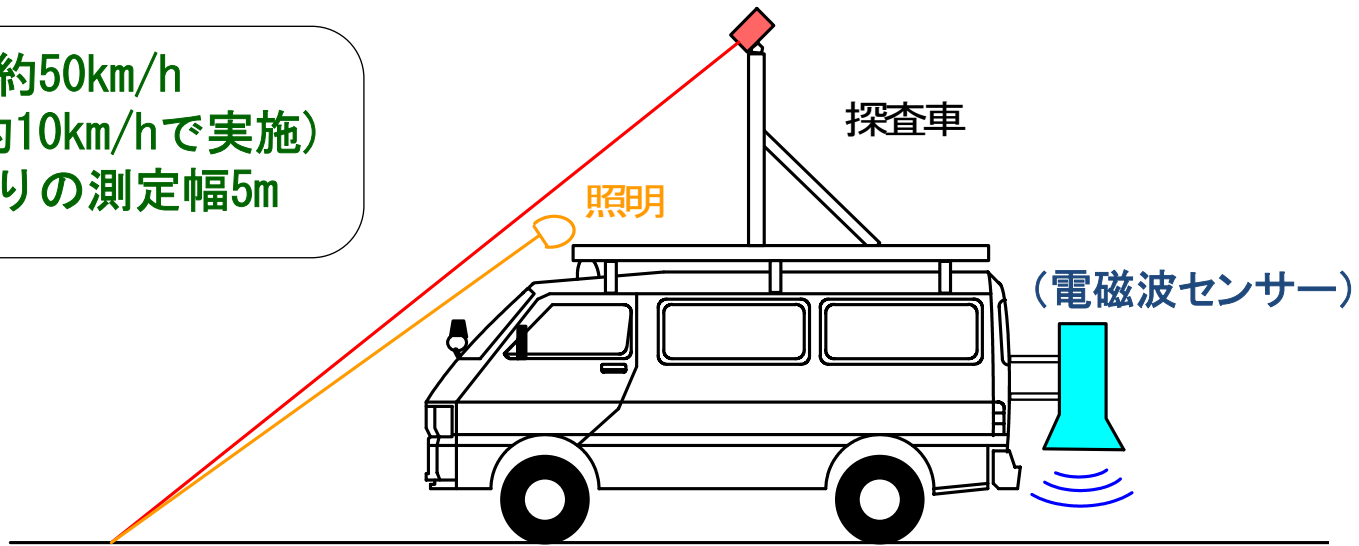


- 昼間のほうがより高感度だが、夜間でも検知可能
- 剥離が滞水していると検知しづらい

今回用いた測定機器の概要

赤外線カメラ及び可視光カメラ

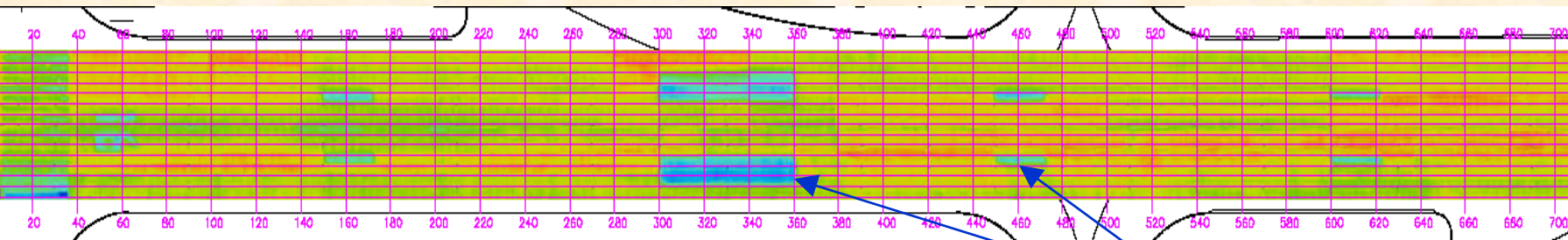
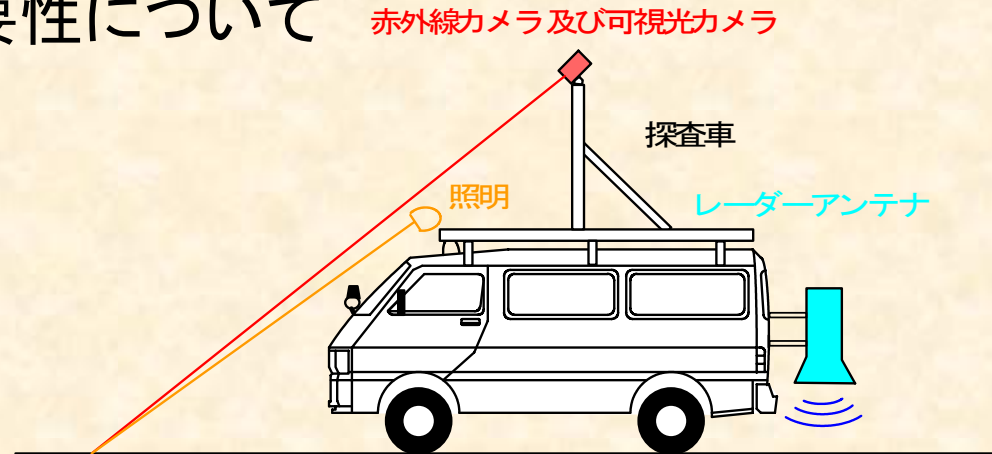
最大速度約50km/h
(今回は約10km/hで実施)
1回あたりの測定幅5m



車載式赤外線カメラの適用

今回用いた測定機器の概要

可視光カメラの必要性について



赤外線画像の例

路面の標識(白線)



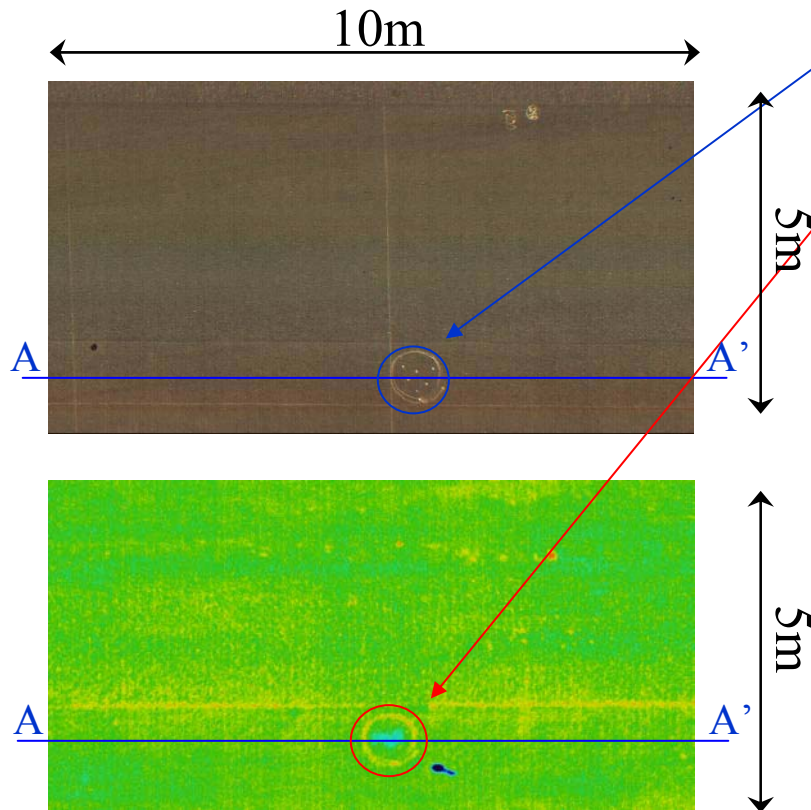
可視光画像によるチェックを通じて
路面温度への影響因子を除去

現地空港での調査結果例①

※赤外線, コア抜きは同一日に実施
※打音はその一週間前に実施

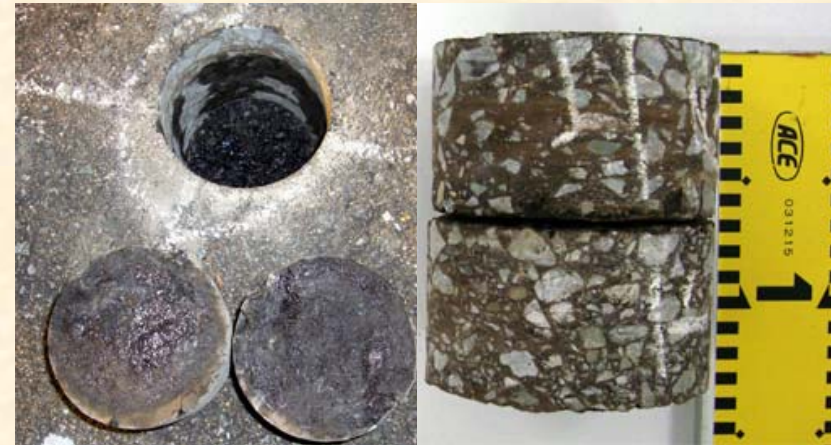
可視光
(平面図)

赤外線
(平面図)



打音による剥離推定箇所

赤外線による剥離推定箇所



浅部に剥離あり



- 打音と赤外線とで剥離推定箇所が一致した
- コア抜きの結果, 上記箇所の剥離を確認した.

現地空港での調査結果例②

※赤外線, コア抜きは同一日に実施

※打音はその一週間前に実施

打音・赤外線では特に異常なし

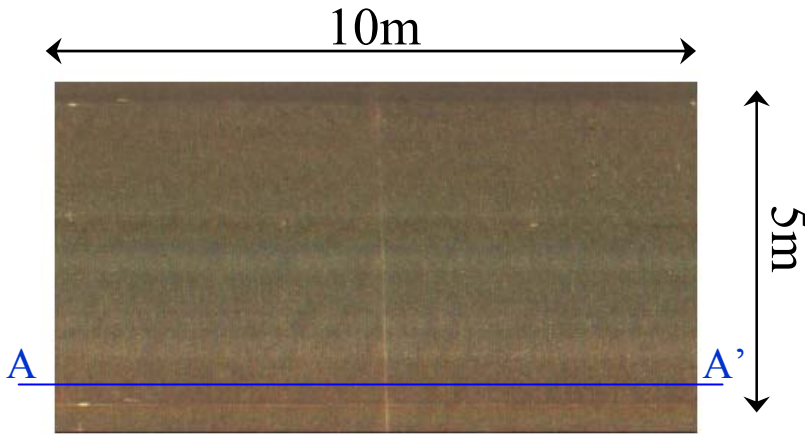


滞水した剥離が深部にあり

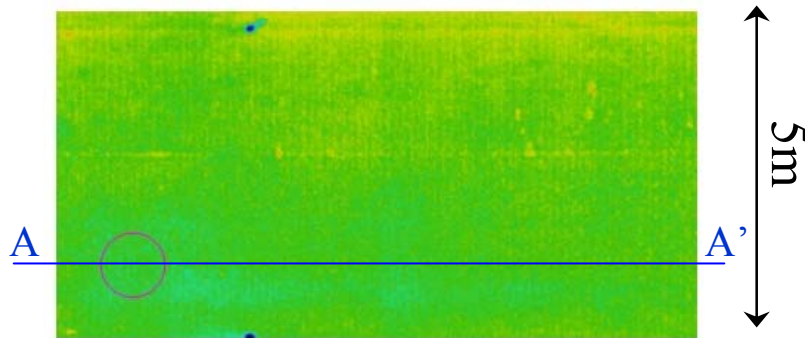


●赤外線・打音ともに無反応だった位置の
深部に滞水した剥離があった

可視光
(平面図)



赤外線
(平面図)



赤外線による剥離探査のまとめ

- 赤外線による探査の導入により、調査効率が大幅に改善されることがわかった
- ブリスタリングへの発展性の高い浅部の剥離については、赤外線による探査が打音と同等の精度で剥離を検知できた