

空港施設の維持管理の高度化に向けた センサー技術の活用

大成ロテック(株) 城本 政一
アジア航測(株) 高野 裕司
石橋 憲



空港舗装の点検作業

巡回点検（Ⅰ：徒歩で全域目視、Ⅱ：車両で特定区目視）

- 打音調査（近年は熱赤外線調査も併用）
- 局所的な変形・層間剥離・ブリストリングの確認
- ひび割れ注入、パッチング

定期点検（頻度は国管理空港の例）

- 路面性状調査（1回/3年）
- すべり摩擦係数測定調査（1回/1年）
- 定期点検測量（縦横断勾配）（1回/3年）

その他、必要に応じ詳細点検を行う。

空港舗装の特徴

- 面的に広い
- 舗装のメンテナンスや修繕工事、調査は深夜から早朝にしかできない
- 局所的な破損であっても閉鎖し、緊急補修を行う。



効率的な維持管理が必要



センサー技術を用いた維持管理の活用方法

MMSと3Dレーダ



MMS路面性状調査車両



3D電磁波レーダ調査車両

MMS路面性状調査車両の概要



MMS路面性状調査車両

測定項目

- ① 点群データ(三次元測量)
- ② ひび割れ
- ③ わだち掘れ
- ④ 平坦性

MMS路面性状調査車両の概要



変位計 (平坦性)



Ladybug5 搭載

LadyBug3と比較し、約2.5倍の解像度



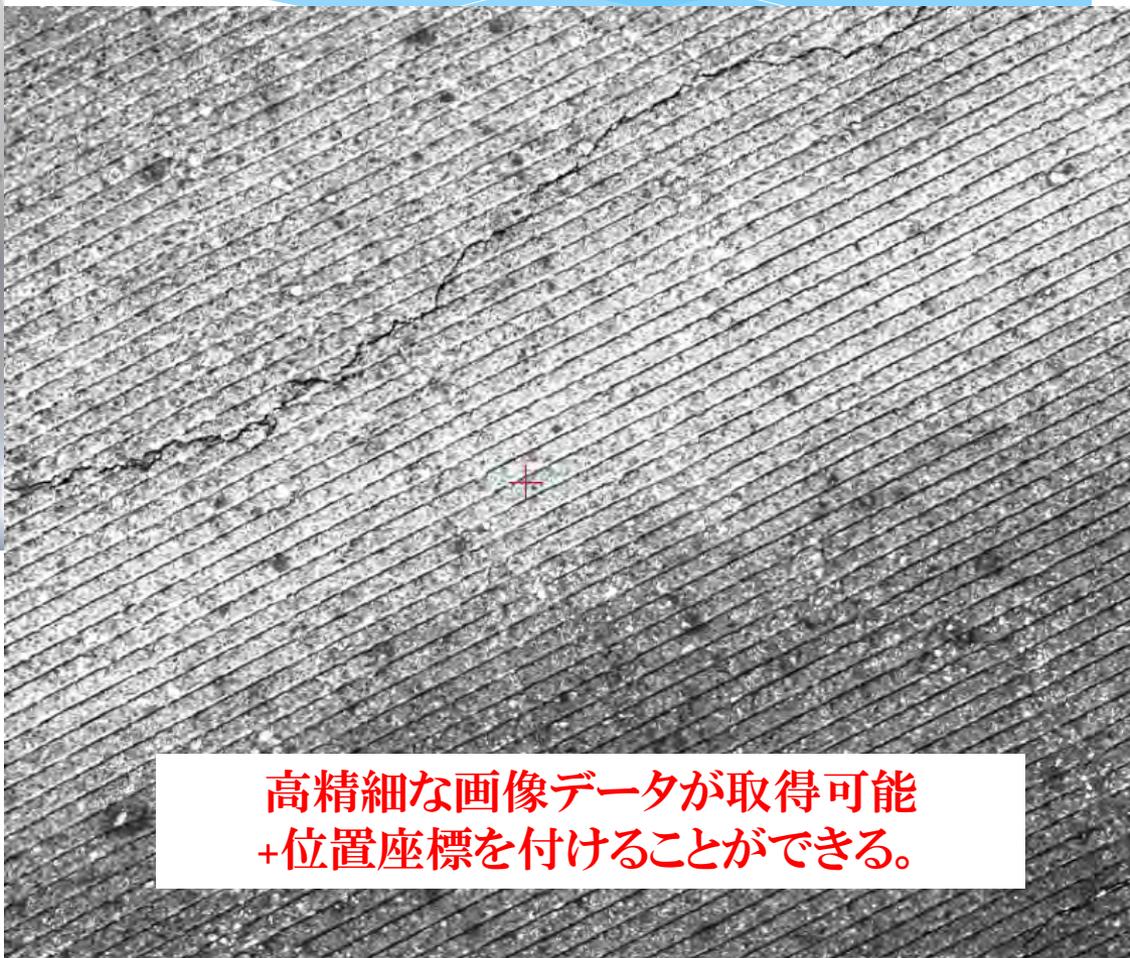
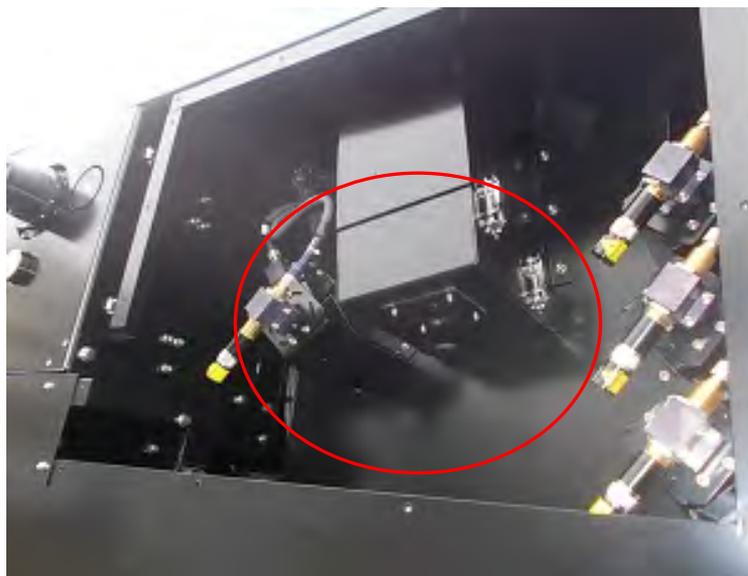
オドメトリ



レーザ照明が写真に写っていますが、近赤外線のため人の目には殆ど見えません

MMS路面性状調査車両の特徴

～ラインカメラ～



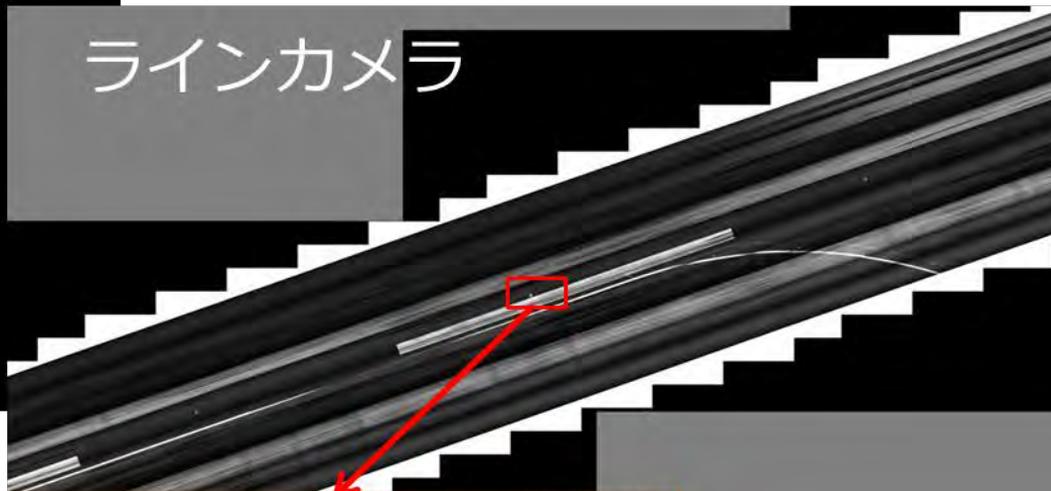
高精細な画像データが取得可能
+位置座標を付けることができる。

MMS路面性状調査車両の測定例



ラインカメラ

This text is overlaid on a grayscale image of a road surface, indicating the use of a line camera for measurement.



3D電磁波レーダの概要



3D電磁波レーダ調査車

測定項目

路面下の異物を調査

- ① 埋設管
- ② 空洞
- ③ 異物

3D電磁波レーダの概要



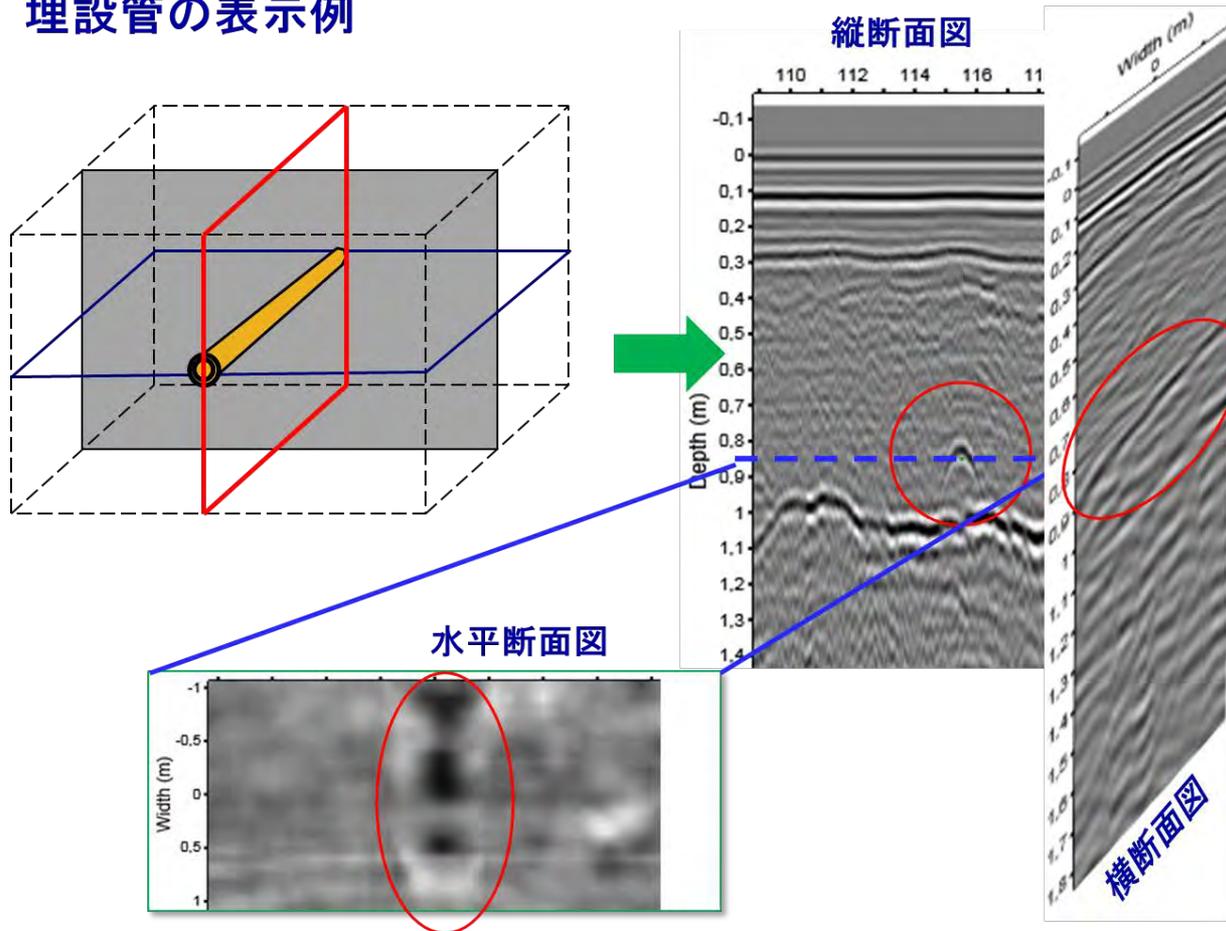
電磁波レーダ
(75mm@20個=1.5m)

GPS (RTK)
誤差±20mm

距離計

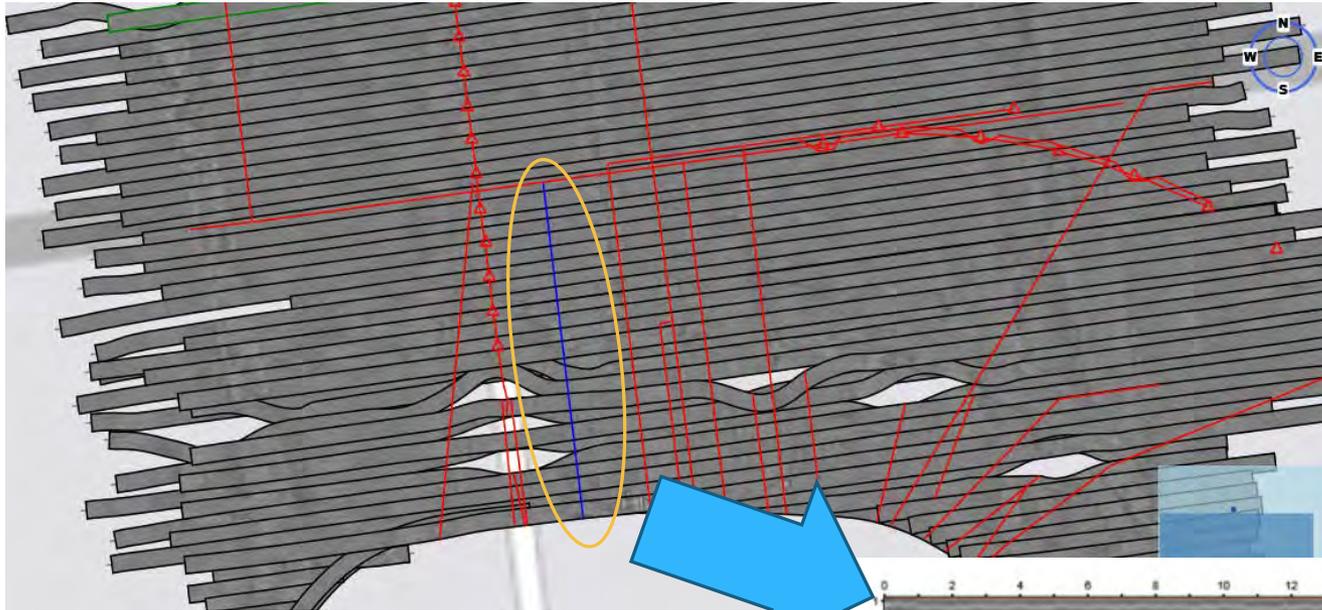
3D電磁波レーダの特徴

埋設管の表示例



埋設物の形状、面的な広がりを把握可能
+位置座標を付けることができる。

3D電磁波レーダの測定例



平面図，縦断面図より埋設管位置を検出

横断面図から埋設管の深さを検出

空港舗装の点検作業

巡回点検（Ⅰ：徒歩で全域目視、Ⅱ：車両で特定区目視）

- 打音調査（近年は熱赤外線調査も併用）
- 局所的な変形・層間剥離・ブリストリングの確認
- ひび割れ注入、パッチング

定期点検（頻度は国管理空港の例）

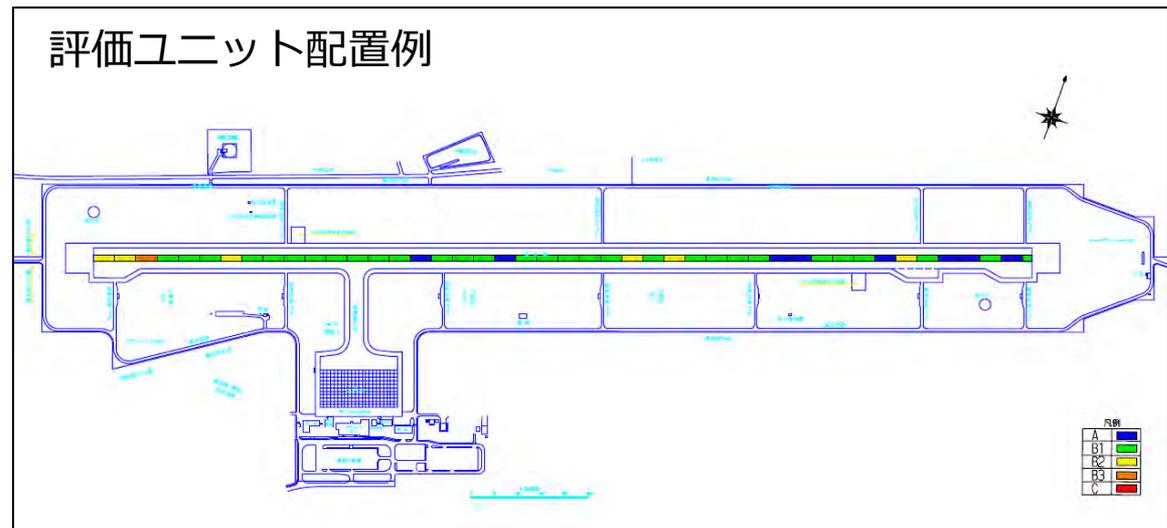
- 路面性状調査（1回/3年）
- すべり摩擦係数測定調査（1回/1年）
- 定期点検測量（縦横断勾配）（1回/3年）

その他、必要に応じ詳細点検を行う。

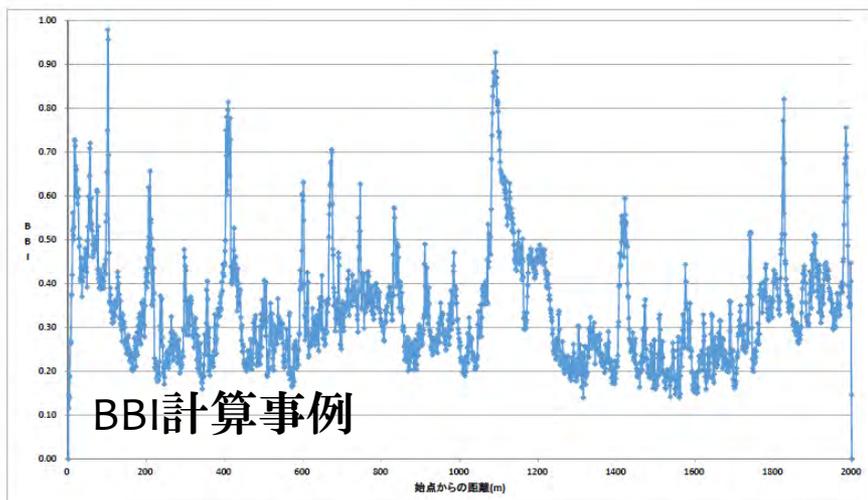
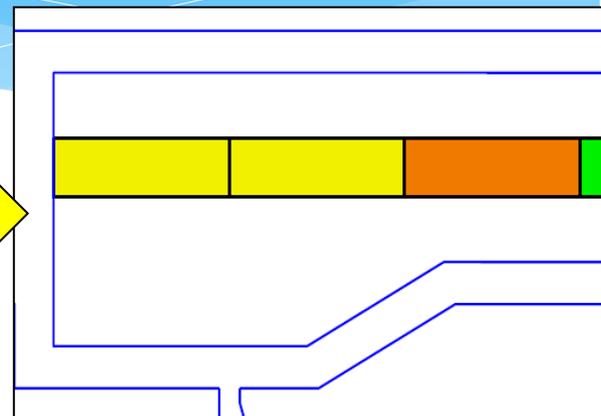
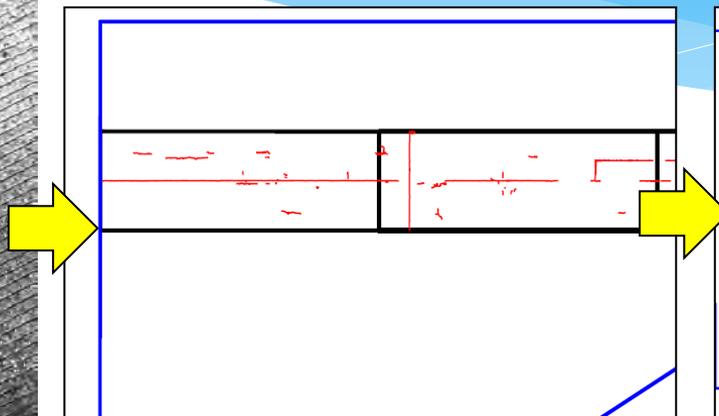
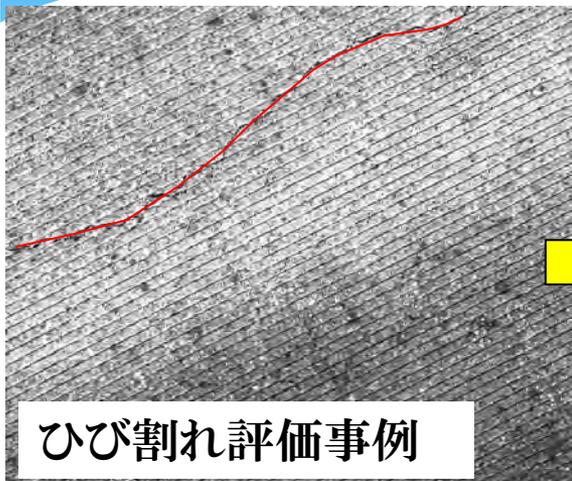
路面性状調査 (空港舗装補修要領に準じた評価)

滑走路、誘導路、駐機場において就航する航空機によって規定された評価ユニットを配置して、次の4項目を評価

- ① わだち掘れ
- ② ひび割れ
- ③ 縦断凹凸
- ④ B B I



点群データとラインカメラ画像を用いた 空港舗装補修要領に準じた路面性状調査



エプロン全面のコンクリート版調査も可能



空港舗装の点検作業

巡回点検（Ⅰ：徒歩で全域目視、Ⅱ：車両で特定区目視）

- 打音調査（近年は熱赤外線調査も併用）
- 局所的な変形・層間剥離・ブリストリングの確認
- ひび割れ注入、パッチング

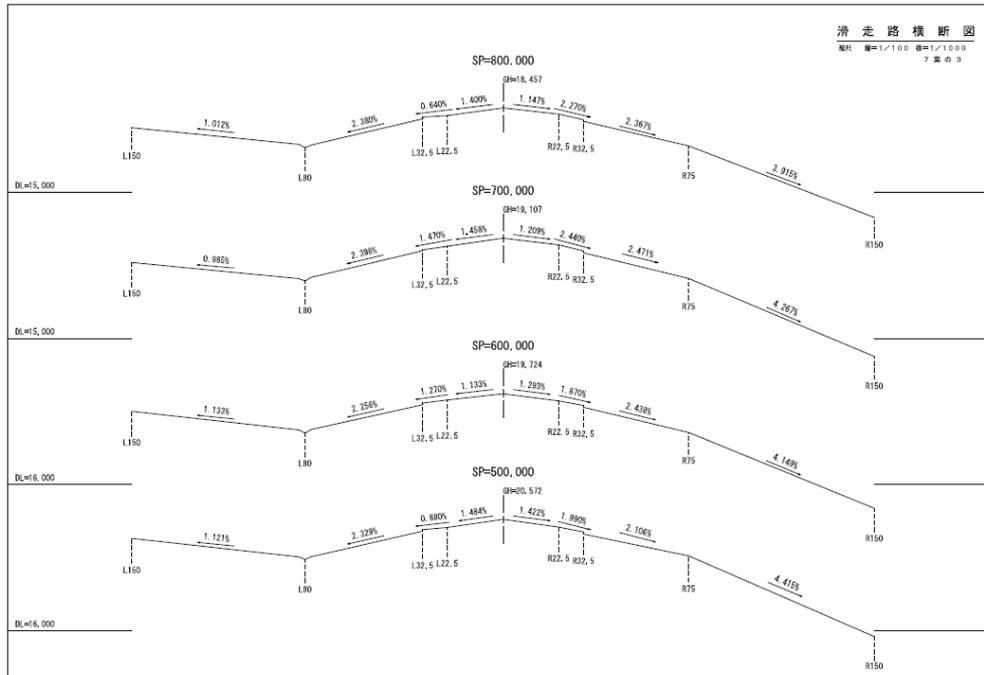
定期点検（頻度は国管理空港の例）

- 路面性状調査（1回/3年）
- すべり摩擦係数測定調査（1回/1年）
- 定期点検測量（縦横断勾配）（1回/3年）

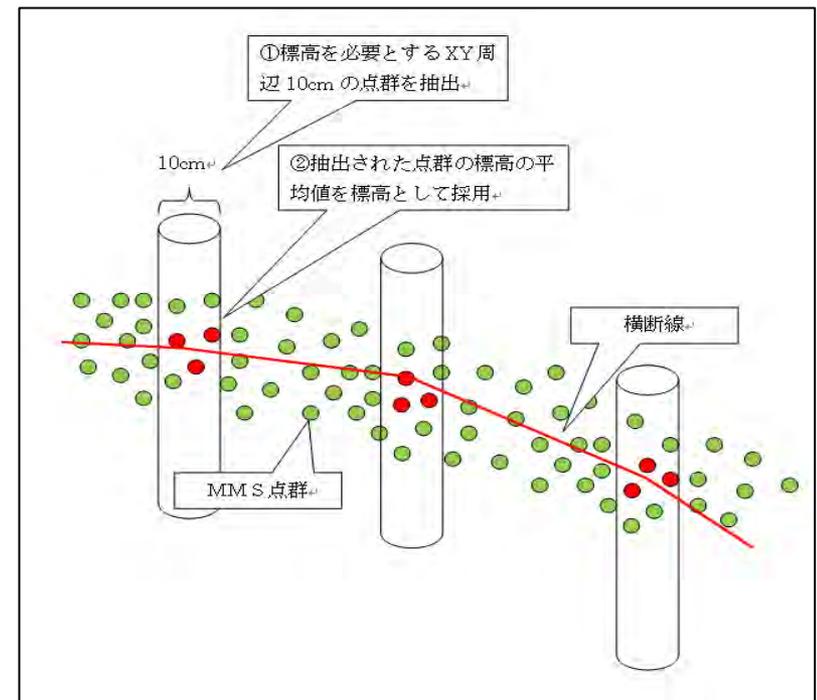
その他、必要に応じ詳細点検を行う。

定期点検測量：横断測量

点群データより縦横断図および勾配計算表を作成
(指定の測点 X Y 座標の Z 座標を点群より抽出して作成)



標高絶対値よりも勾配が規定以内に収まっているかを判断



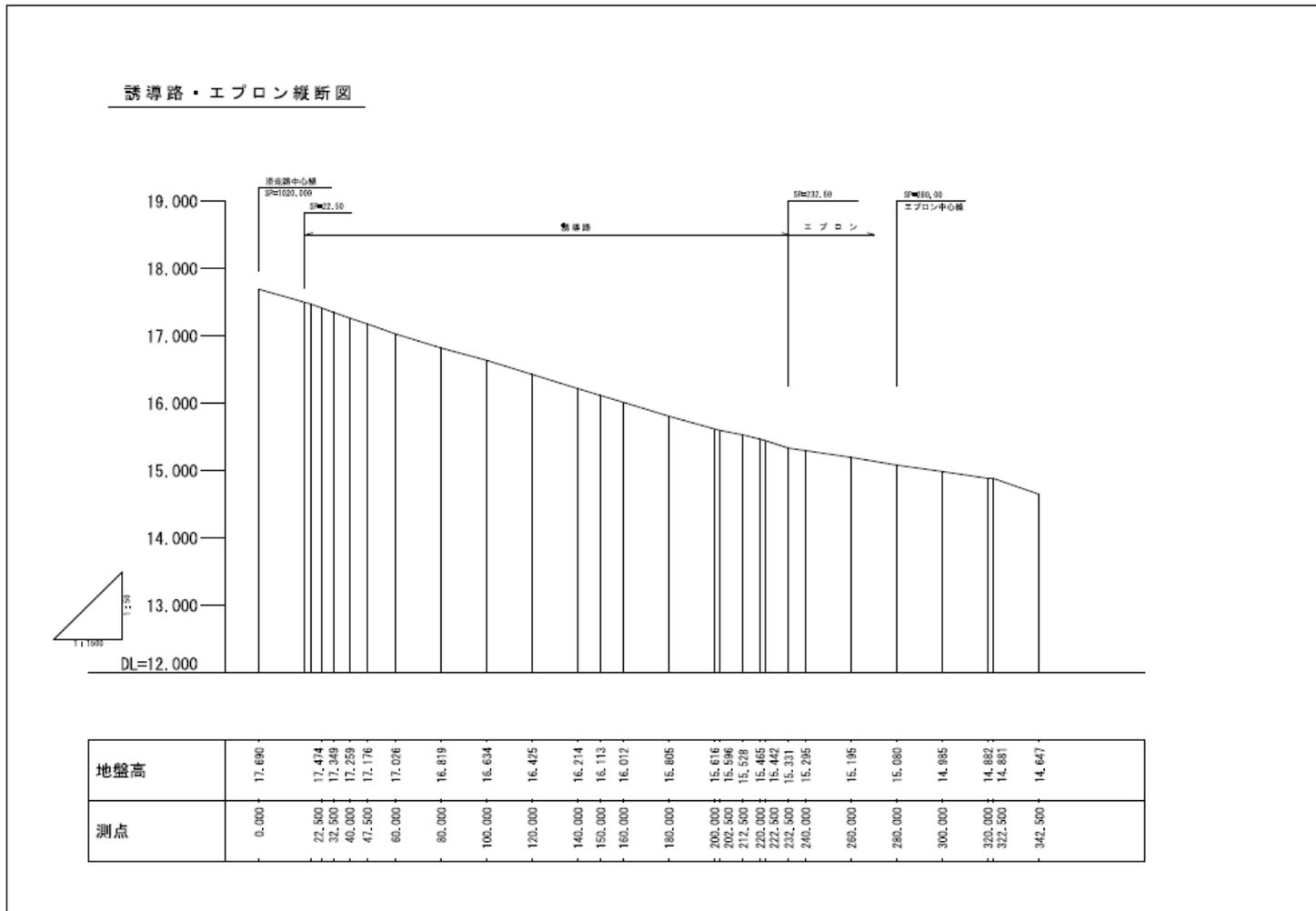
20mm+50mm × $\sqrt{S/100}$ の精度を確保
例) 60m 滑走路での許容格差
 $20\text{mm} + 50\text{mm} \times \sqrt{30/100} \doteq 47.38\text{mm}$

Z座標抽出イメージ

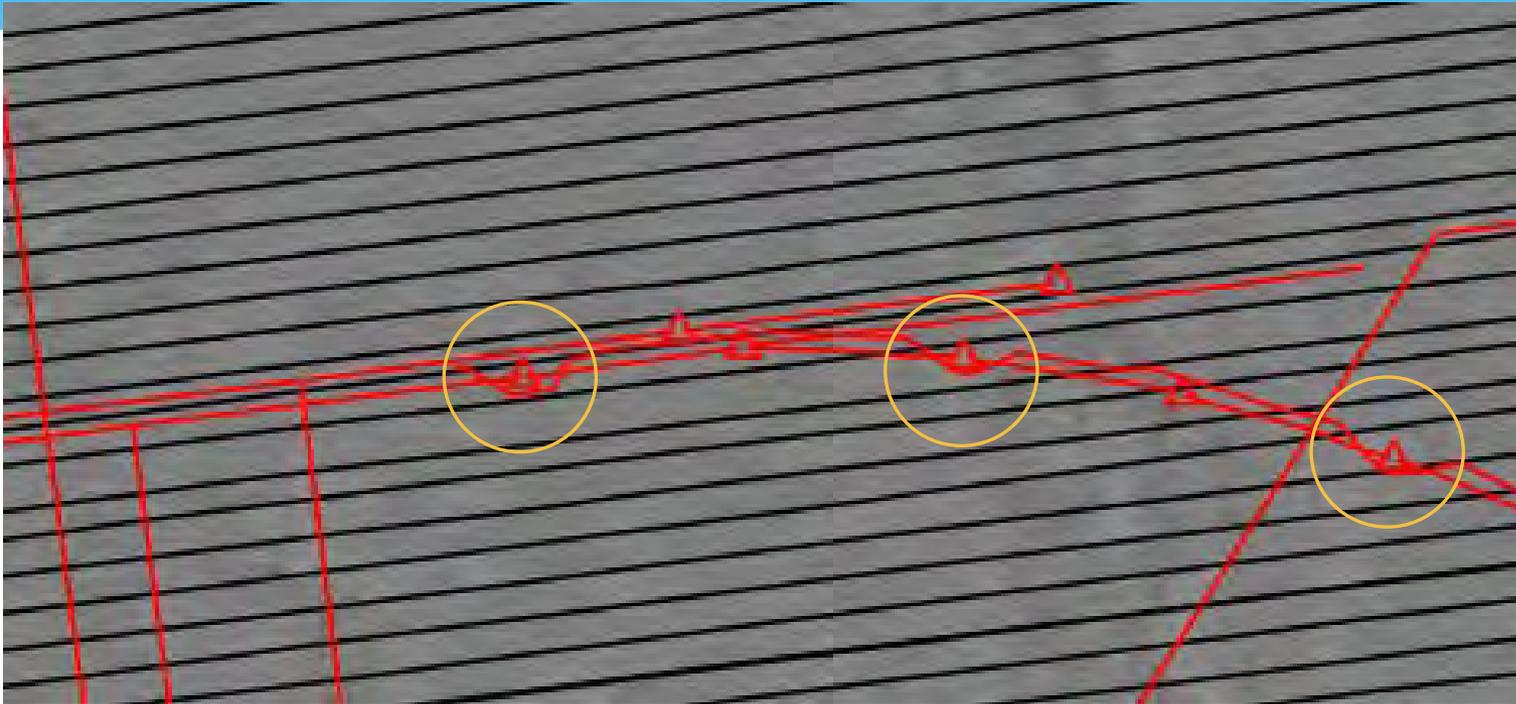
定期点検測量：縦断測量

点群データより縦横断面図および勾配計算表を作成

(指定の測点 X Y 座標の Z 座標を点群より抽出して作成)

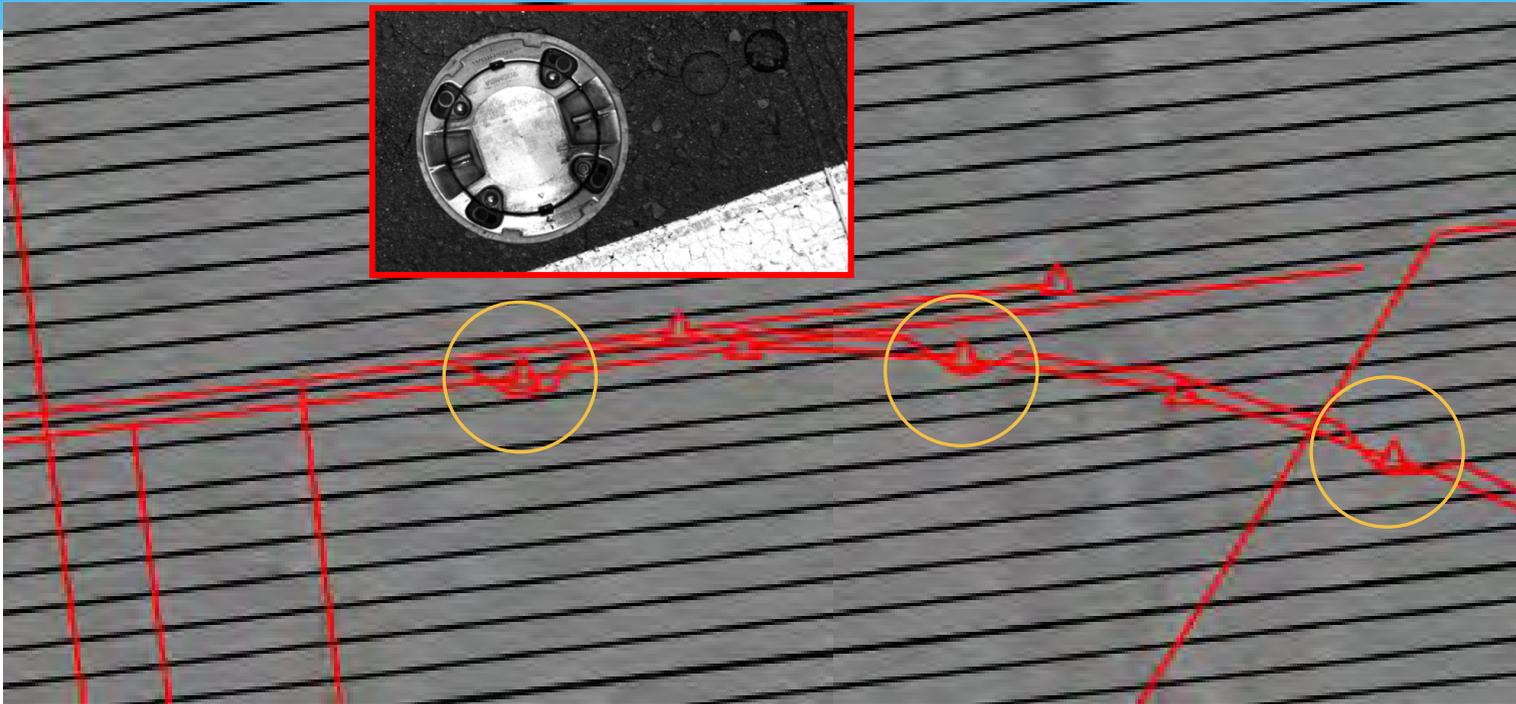


3D電磁波レーダを用いた 埋設管破損事故防止例



埋設管図に記載されていない埋設管についても測定可能
曲線的に埋設されている管も測定可能
→3D電磁波レーダを用い、埋設管の詳細位置がわかったことで、
埋設管破損事故を防止

MMSと3D電磁波レーダを用いた 維持管理の効率化



舗装表面から確認できる構造物の位置および埋設管の位置をリンクさせることで、目に見えない埋設管の位置図を短時間で知ることができる。

期待される維持管理技術

アスファルト舗装の局所突発的な破損個所の検出

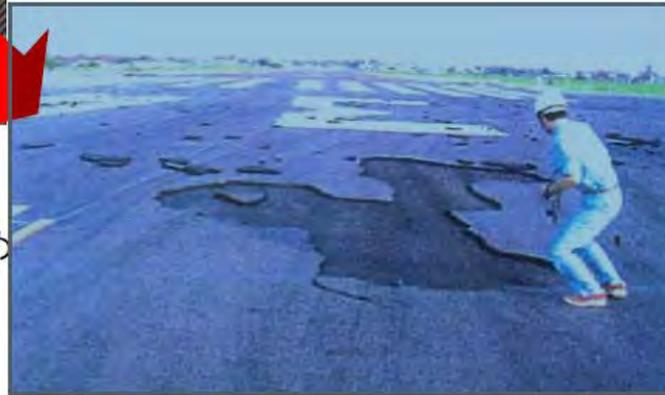


ブリスタリング

↑
表層の空隙が低下し通気性低下のため
水蒸気圧が高まる

↑
水の侵入・舗装温度による水蒸気化

↑
表層－基層間の層間剥離



平成12年夏 名古屋空港

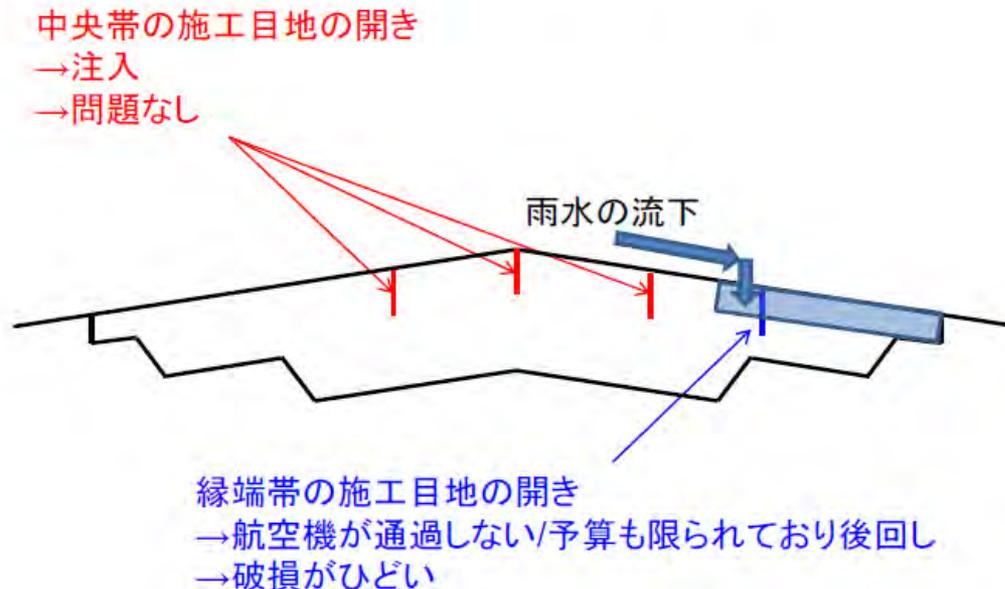
17

出典：インフラ・イノベーション研究会 第28回講演会
「空港舗装の維持管理と期待する技術開発項目」

アスファルト舗装の 局所突発的な破損の原因

アスコンは水に弱い

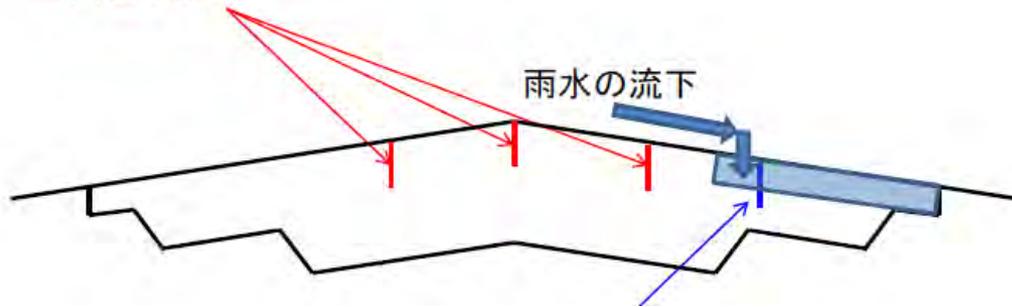
- ・アスファルト混合物は水に弱い。
- ・ひび割れ、施工目地の開きを放置すると、アスコンが長時間水に曝される原因となる。



出典：インフラ・イノベーション研究会 第28回講演会
「空港舗装の維持管理と期待する技術開発項目」

アスファルト舗装の局所突発的な 破損個所の検出方法

中央帯の施工目地の開き
→注入
→問題なし



① MMSにて施工目地の開き箇所を検出



② 3D電磁波レーダにて耐水箇所を検出

現在検討中



ご清聴ありがとうございました。