

# コンクリート構造物の ひび割れ画像解析技術

**t.WAVE**

taisei.Wavelet Analysis by Visible Image for Crack Estimation

技術センター  
土木技術研究所



大成建設株式会社

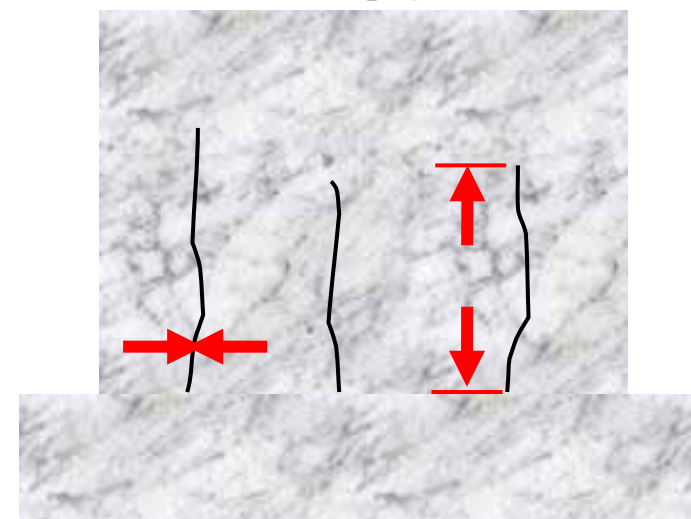
# ひび割れ調査

コンクリート構造物の点検

点検結果に基づいて  
健全性を診断

将来の劣化状態を予測,  
リスク, LCCの評価

ひび割れ



幅

長さ

# 目視観察とデジタル画像処理の比較

## 目視観察→デジタル撮影→ウェーブレット変換

|        | 目視観察      | デジタル画像処理         |            |
|--------|-----------|------------------|------------|
|        |           | 従来手法             | ウェーブレット変換  |
| 点検方法   | 近接・接触     | 遠隔・非接触           |            |
| ひび割れ判定 | 目視        | 輝度               | ウェーブレット係数  |
| 処理方法   | ステップ処理    | ステップ処理           | 自動処理       |
| ひび割れ評価 | 観察員の技量に依存 | 技術者の技量および撮影画像に依存 | 入力パラメータに依存 |
| ひび割れ管理 | 点単位       | 線・面単位            |            |
| 調査範囲   | 狭域        | 広域               |            |

## 画像処理によるひび割れ検出比較



撮影画像



本手法



従来手法 (閾値177)

## 画像処理によるひび割れ検出比較



撮影画像



本手法



従来手法 (閾値185)



## ウェーブレット変換とは

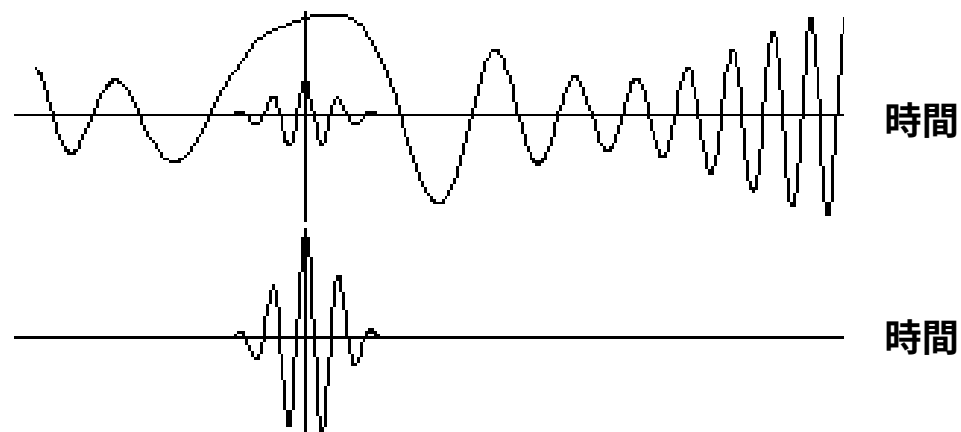
- ウェーブレット (Wavelet) とは, 「小さな波, さざ波」という意味
- 周波数解析の一手法, 局所的な解析
- 1980年モルレにより石油探査の人工地震波に含まれる不連続性検出のために開発
- 不連続や非定常な波形解析, ノイズ処理, 画像データ圧縮に有効な手法
- 一次元ウェーブレット変換は, 信号の周波数の時間的变化を解析する手法
- **二次元ウェーブレット変換**は, **周波数と方向成分**を考慮し, 空間情報から特徴抽出 (**ひび割れ検出**) を行う

# 一次元ウェーブレット変換とは

入力信号

ウェーブレット関数

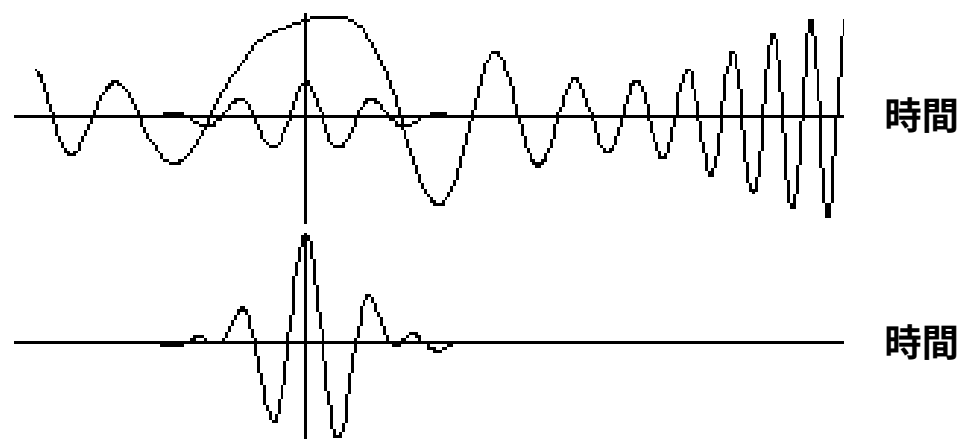
内積



入力信号

ウェーブレット関数

内積



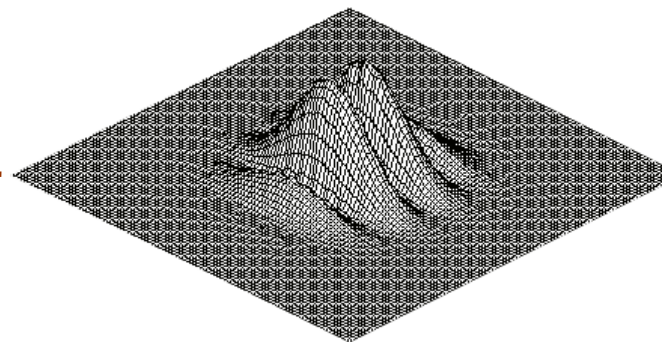


# ウェーブレット変換を用いた画像解析

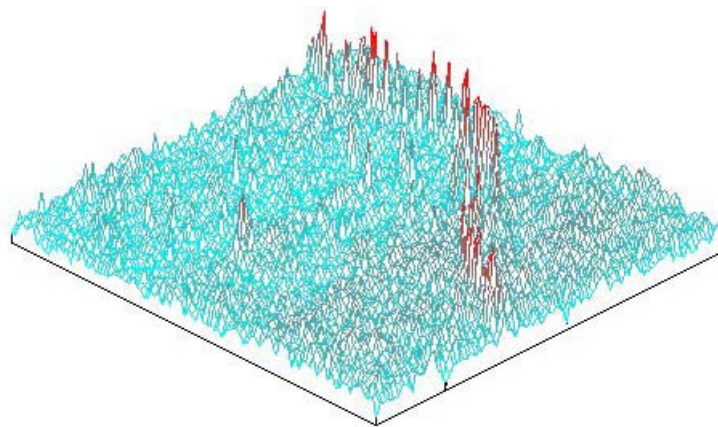


撮影画像

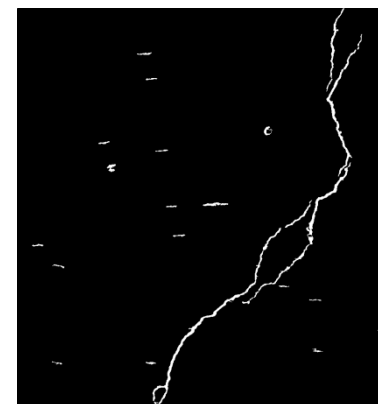
拡大縮小 (周波数)  
回転 (方向性)  
シフト (空間座標)



ウェーブレット関数



ウェーブレット係数



二値化画像



# ひび割れ画像解析の処理フロー

画像撮影



補正処理



ひび割れ検出解析



ひび割れ画像作成



ひび割れ定量解析

# ひび割れ画像解析の処理フロー

画像撮影



補正処理



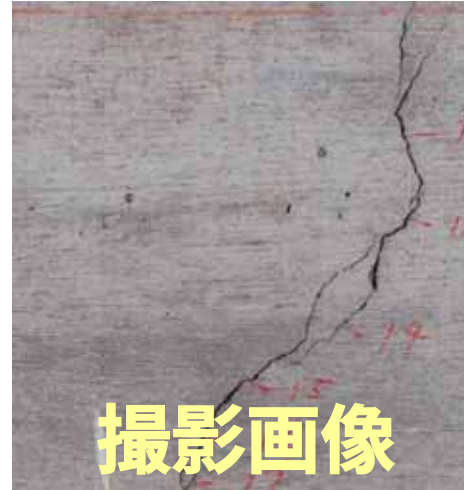
ひび割れ検出解析



ひび割れ画像作成



ひび割れ定量解析



# ひび割れ画像解析の処理フロー

画像撮影



補正処理



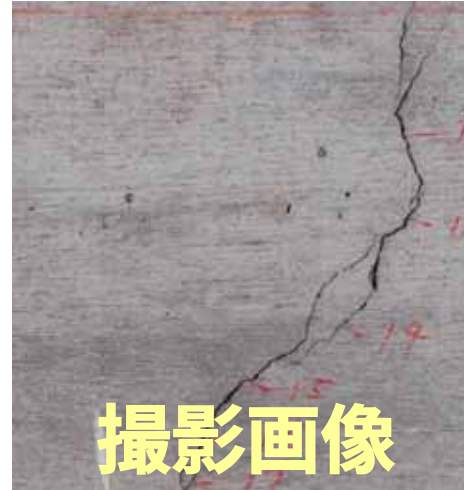
ひび割れ検出解析



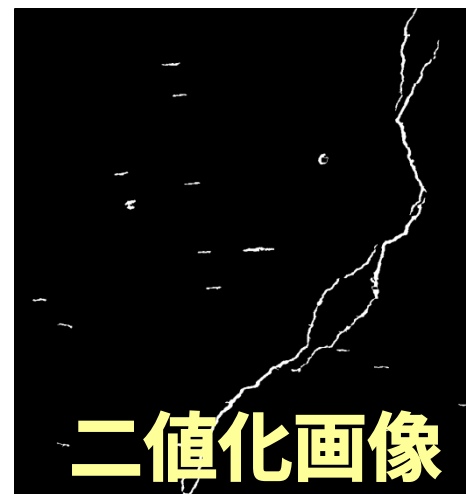
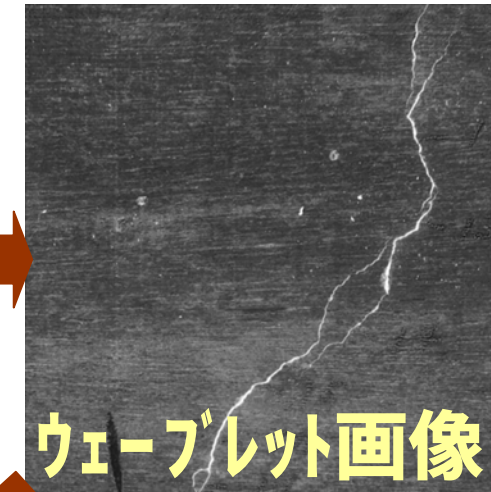
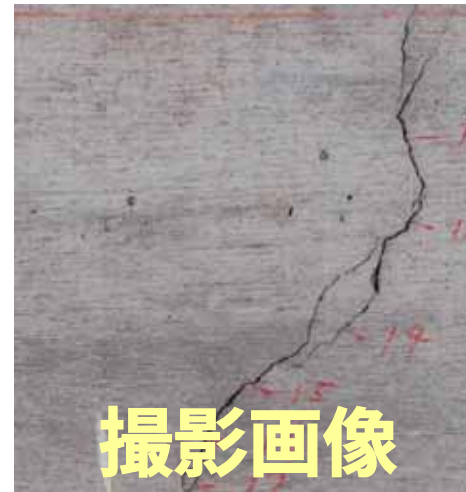
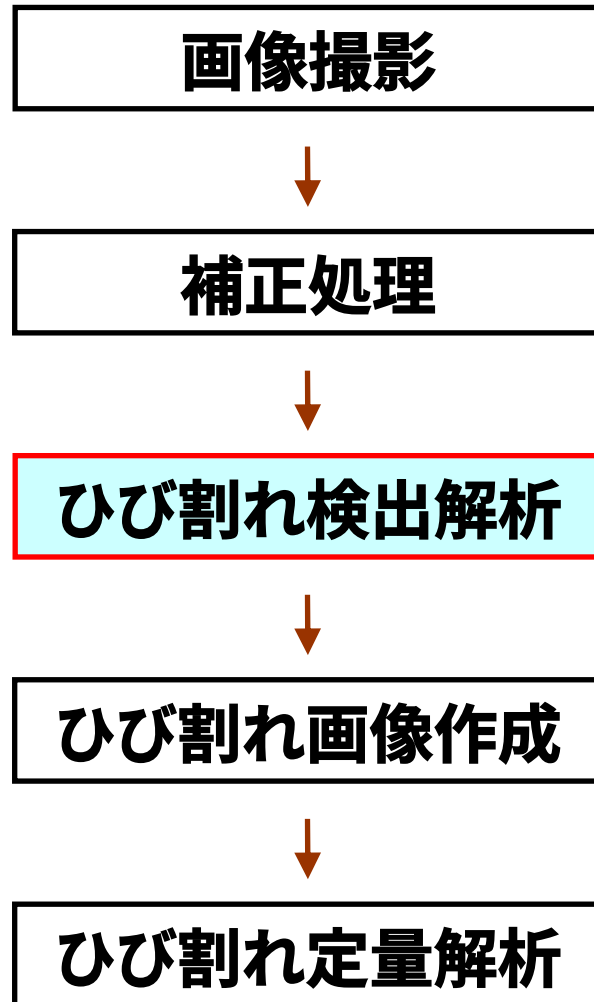
ひび割れ画像作成



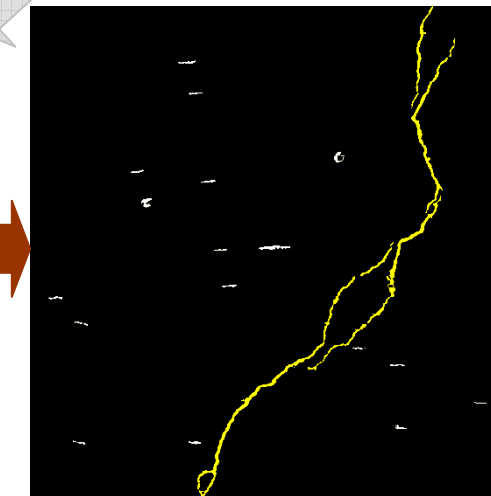
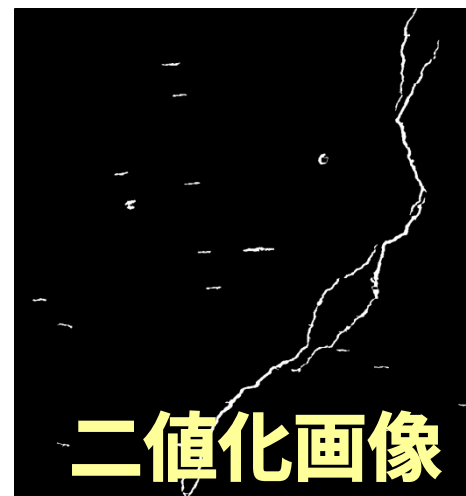
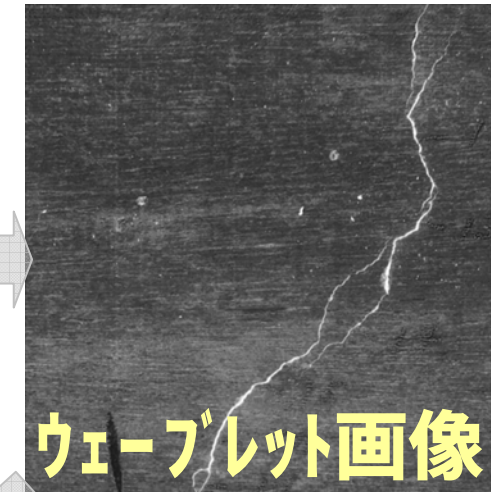
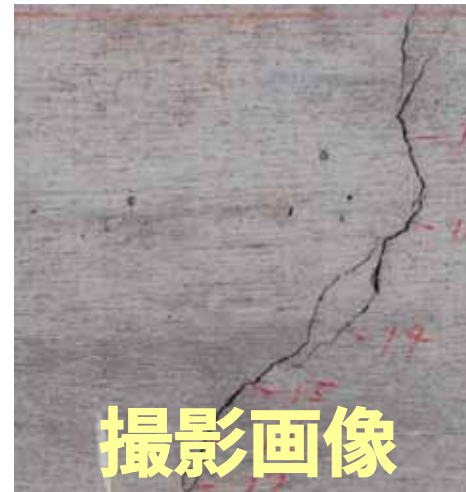
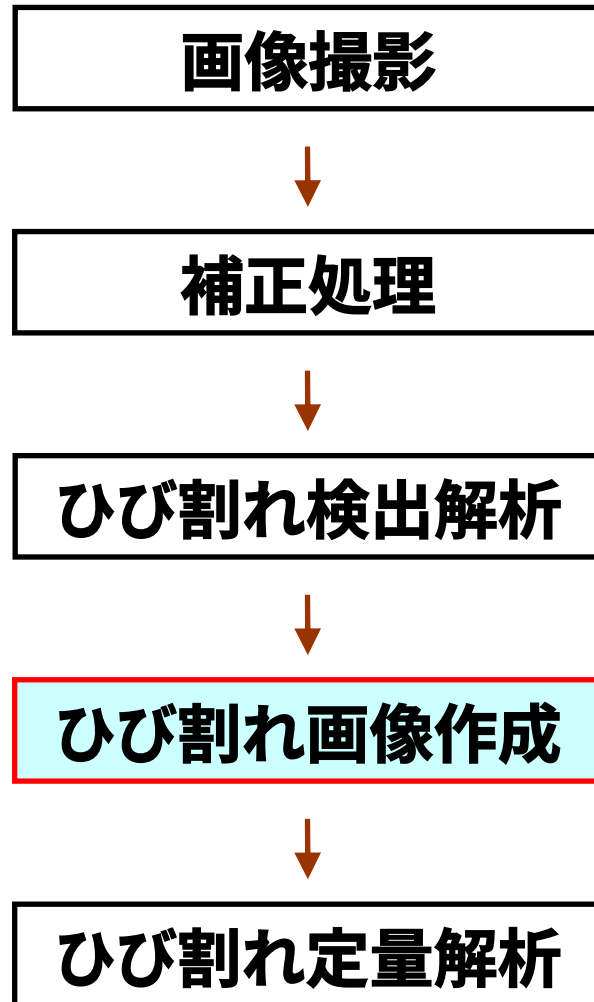
ひび割れ定量解析



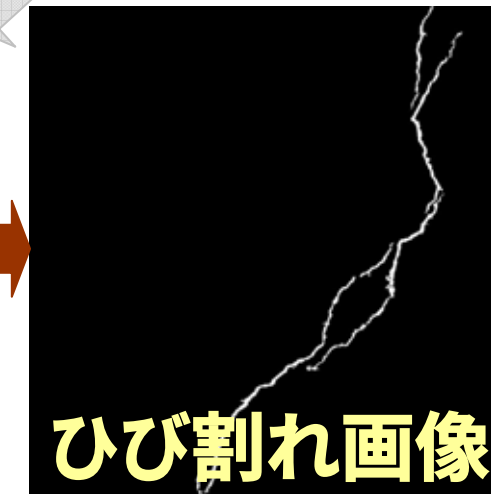
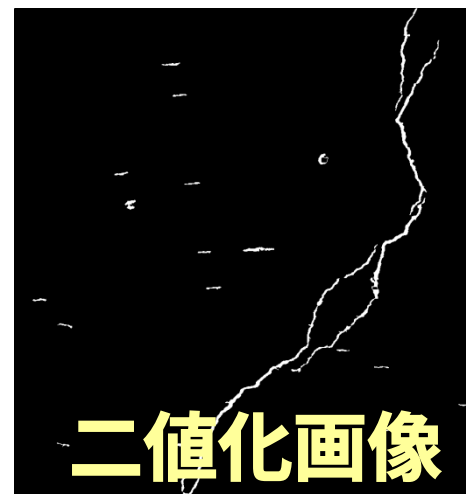
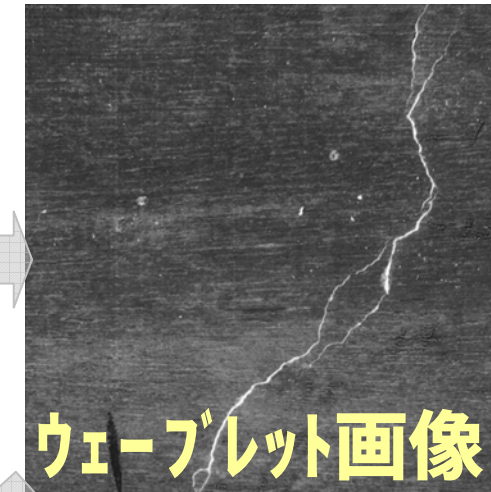
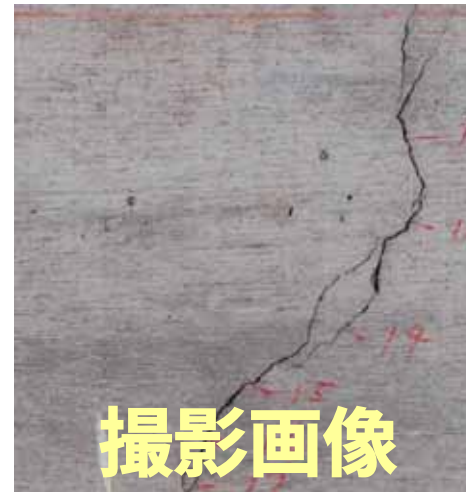
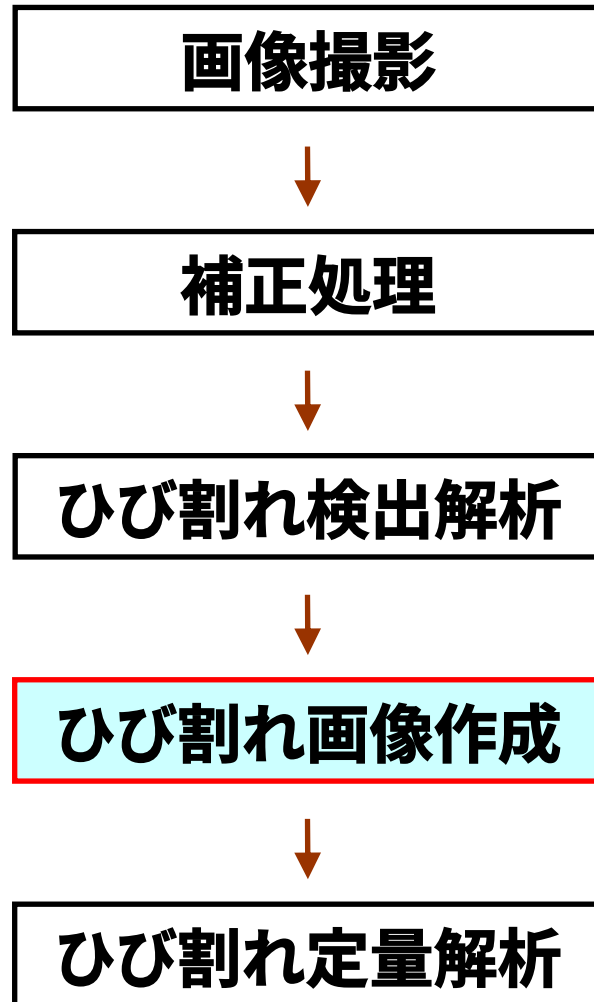
# ひび割れ画像解析の処理フロー



# ひび割れ画像解析の処理フロー



# ひび割れ画像解析の処理フロー



# ひび割れ画像解析の処理フロー

画像撮影



補正処理



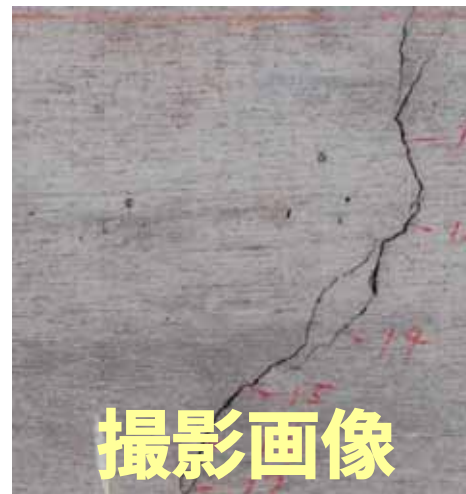
ひび割れ検出解析



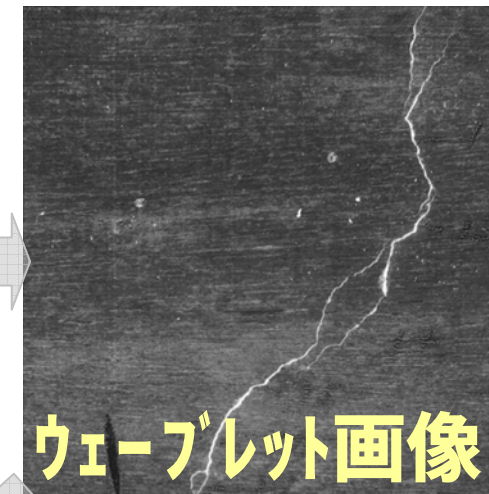
ひび割れ画像作成



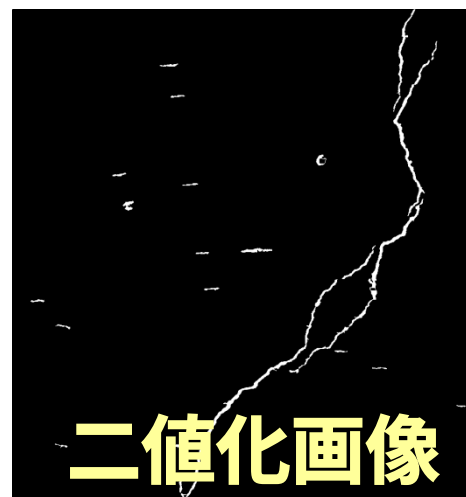
ひび割れ定量解析



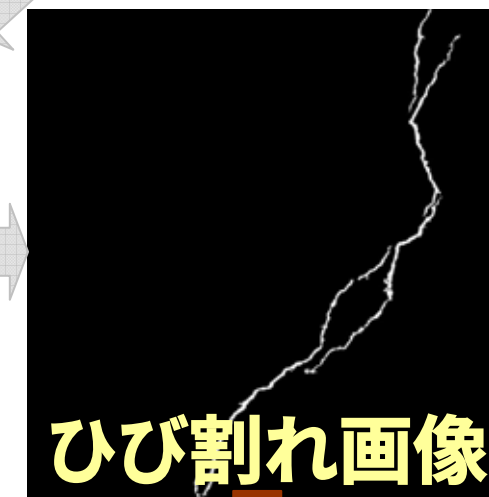
撮影画像



ウェーブレット画像



二値化画像



ひび割れ画像

| 長さ<br>[mm] | ひび割れ幅[mm] |         |         |         |         |         |         |      |
|------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
|            | 0~0.1     | 0.1~0.2 | 0.2~0.3 | 0.3~0.4 | 0.4~0.5 | 0.5~0.6 | 0.6~0.7 | 0.7~ |
| 185.7      | 2.0       | 8.3     | 17.4    | 22.6    | 45.8    | 40.0    | 29.7    | 19.9 |





## 特徴

### ① デジタルカメラ撮影

- 1) 点検作業の効率化
- 2) 作業環境や安全性の向上
- 3) 非接触で遠隔調査が可能

### ② ウェーブレット変換を用いた画像解析

- 1) 簡単な入力でひび割れの自動検出
- 2) 高精度でばらつきの少ないひび割れ検出
- 3) ひび割れを線や面単位でデジタル管理

# デジタルカメラ撮影の特徴

- 1) 点検作業の効率化
- 2) 作業環境や安全性の向上
- 3) 非接触で遠隔調査が可能

## 撮影条件

撮影範囲 500m<sup>2</sup>

撮影距離 4m

デジタルカメラ 750万画素

レンズ 26mm



空間分解能 0.8mm/pixel

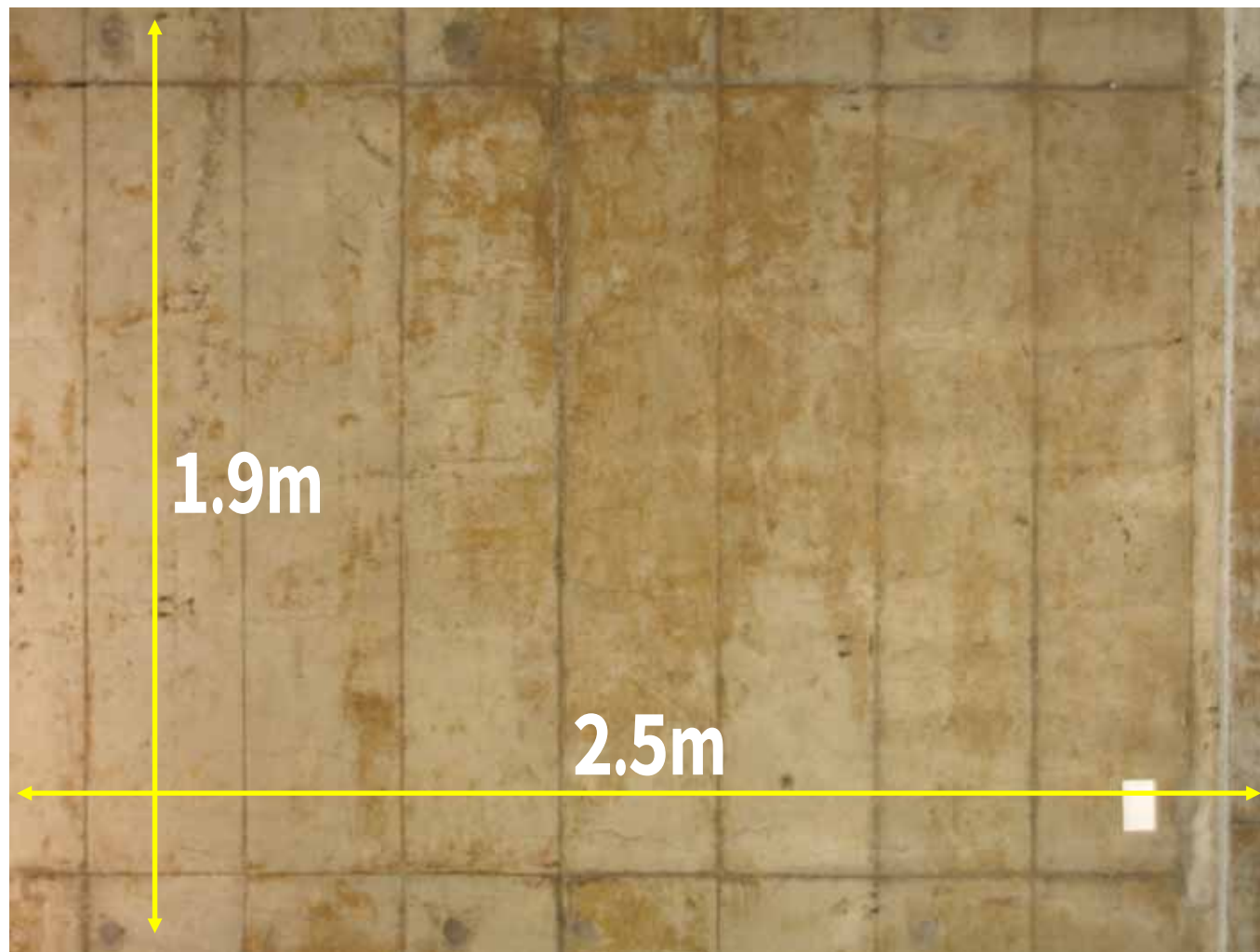
画像サイズ 2.5m×1.9m

撮影枚数 145枚



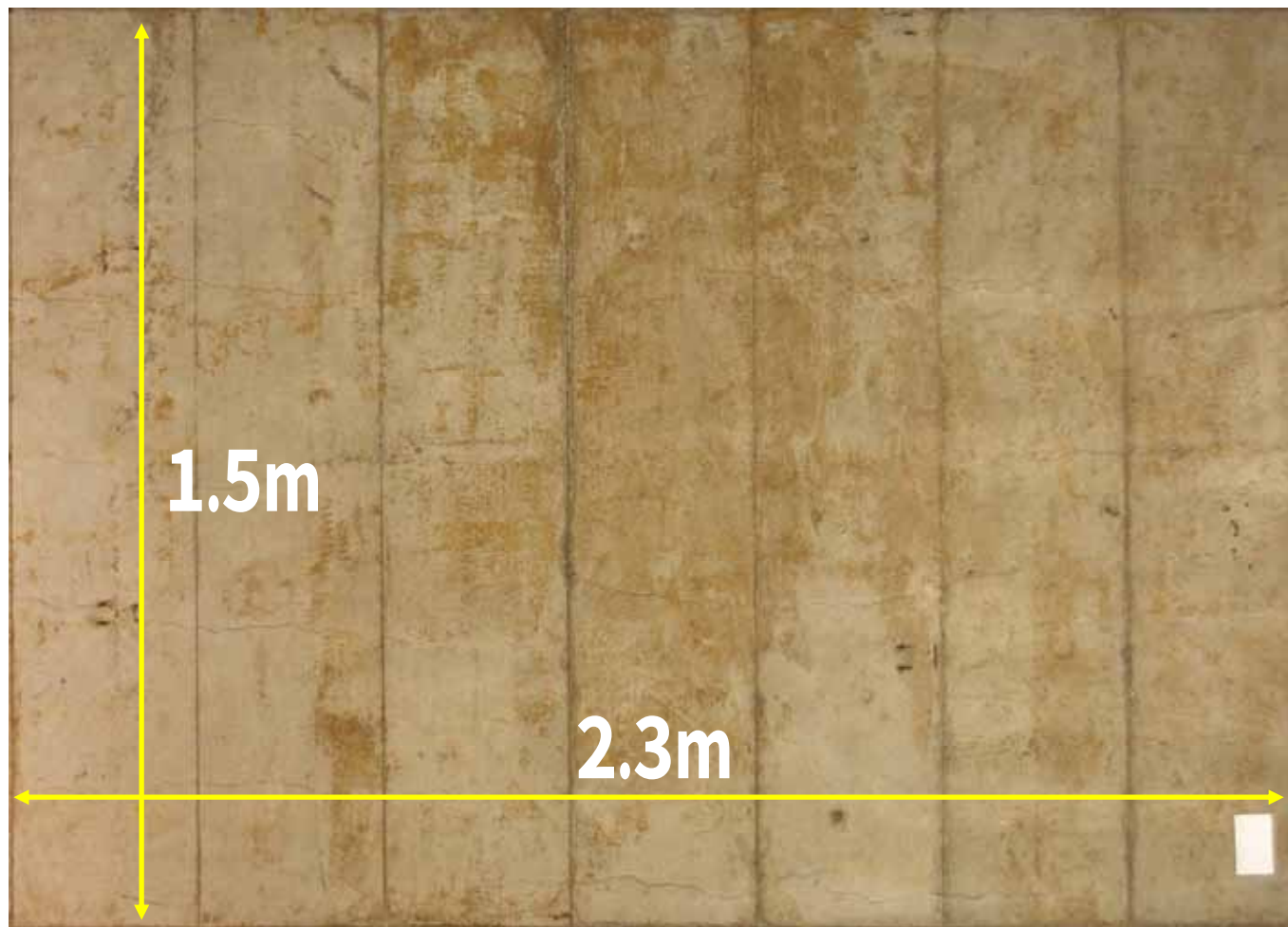
デジタルカメラを用いた撮影状況

# 撮影画像



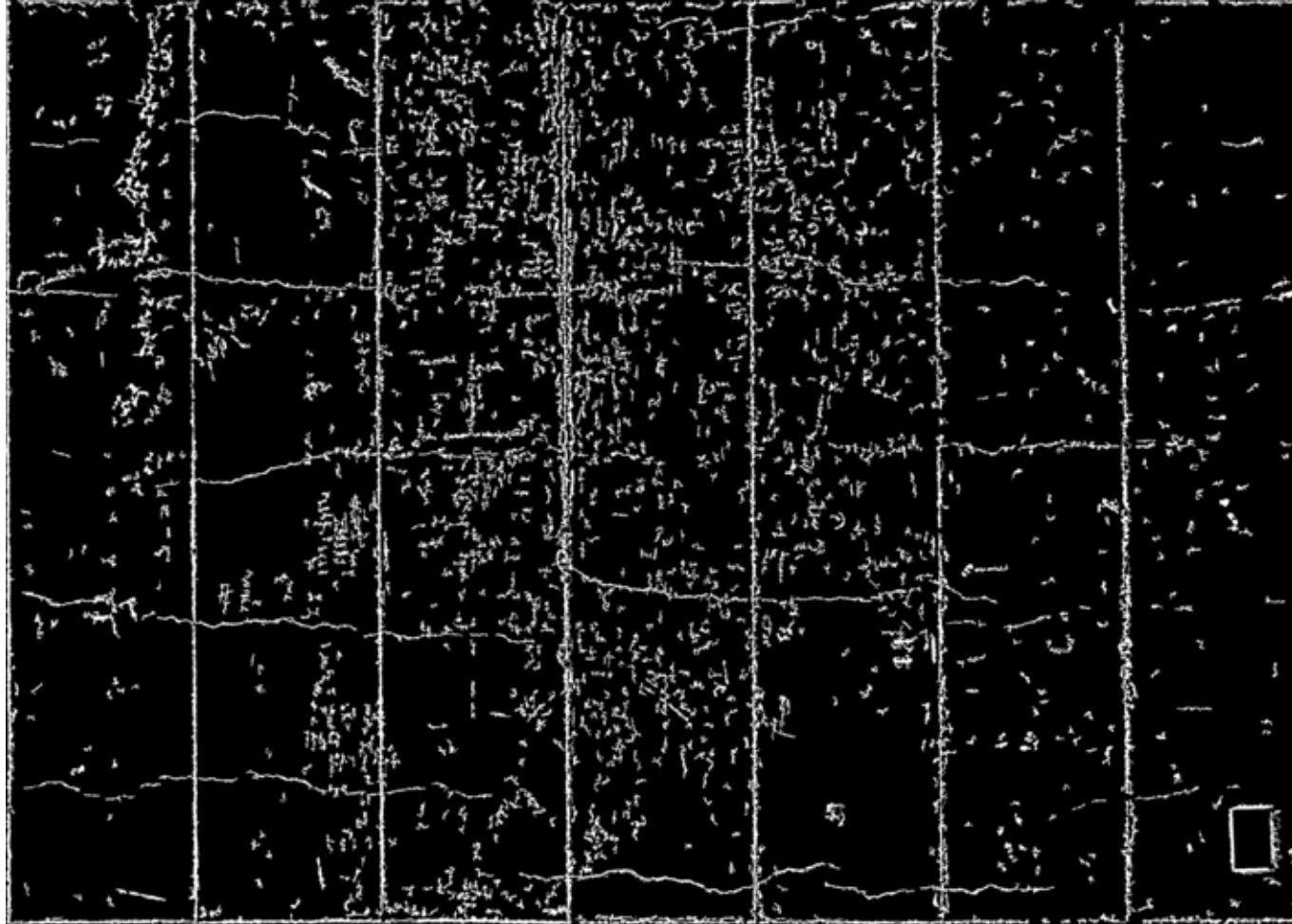
撮影画像

## あおり補正後の撮影画像



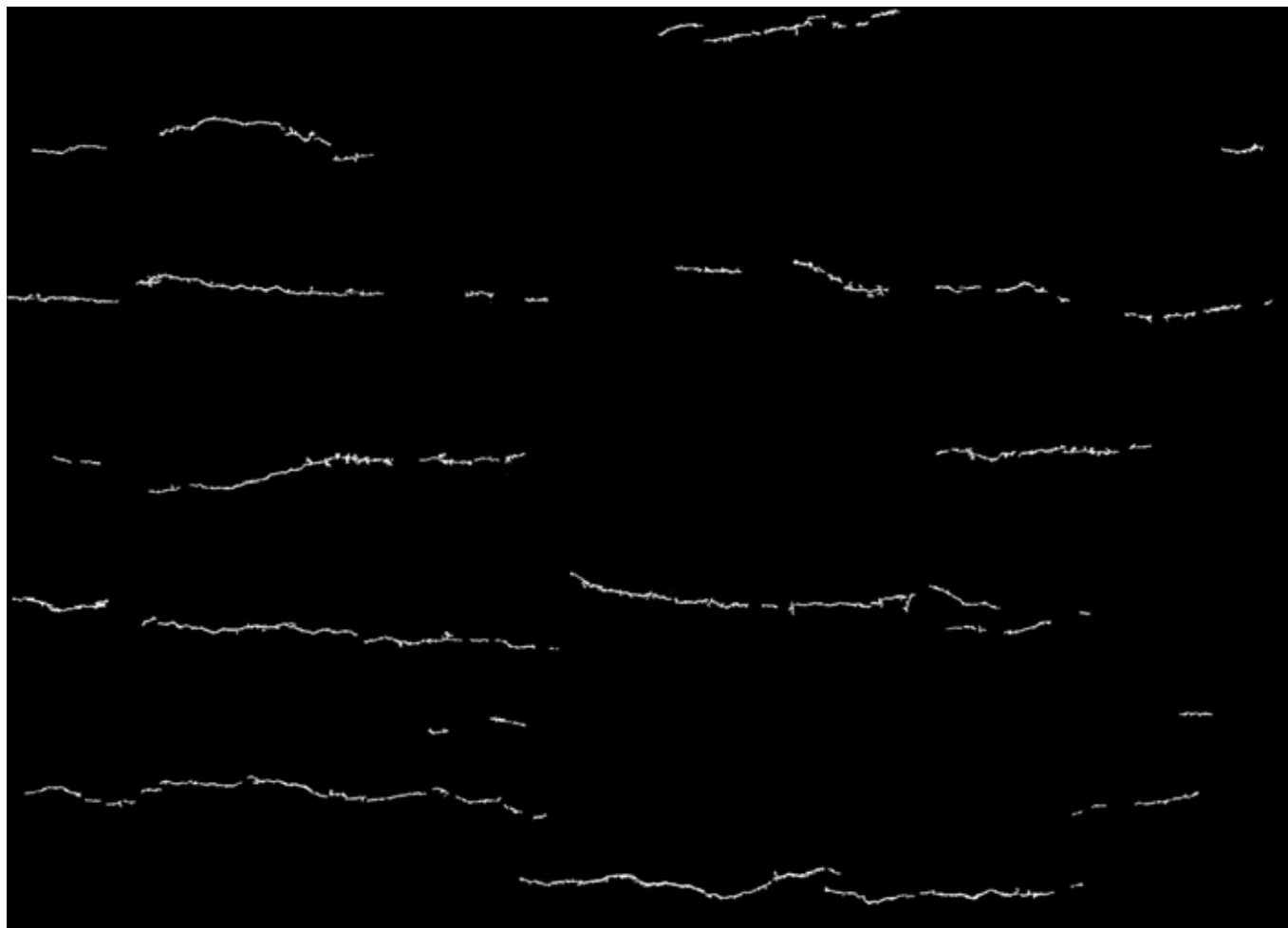
あおり補正後の撮影画像

## 二値化画像



二値化画像

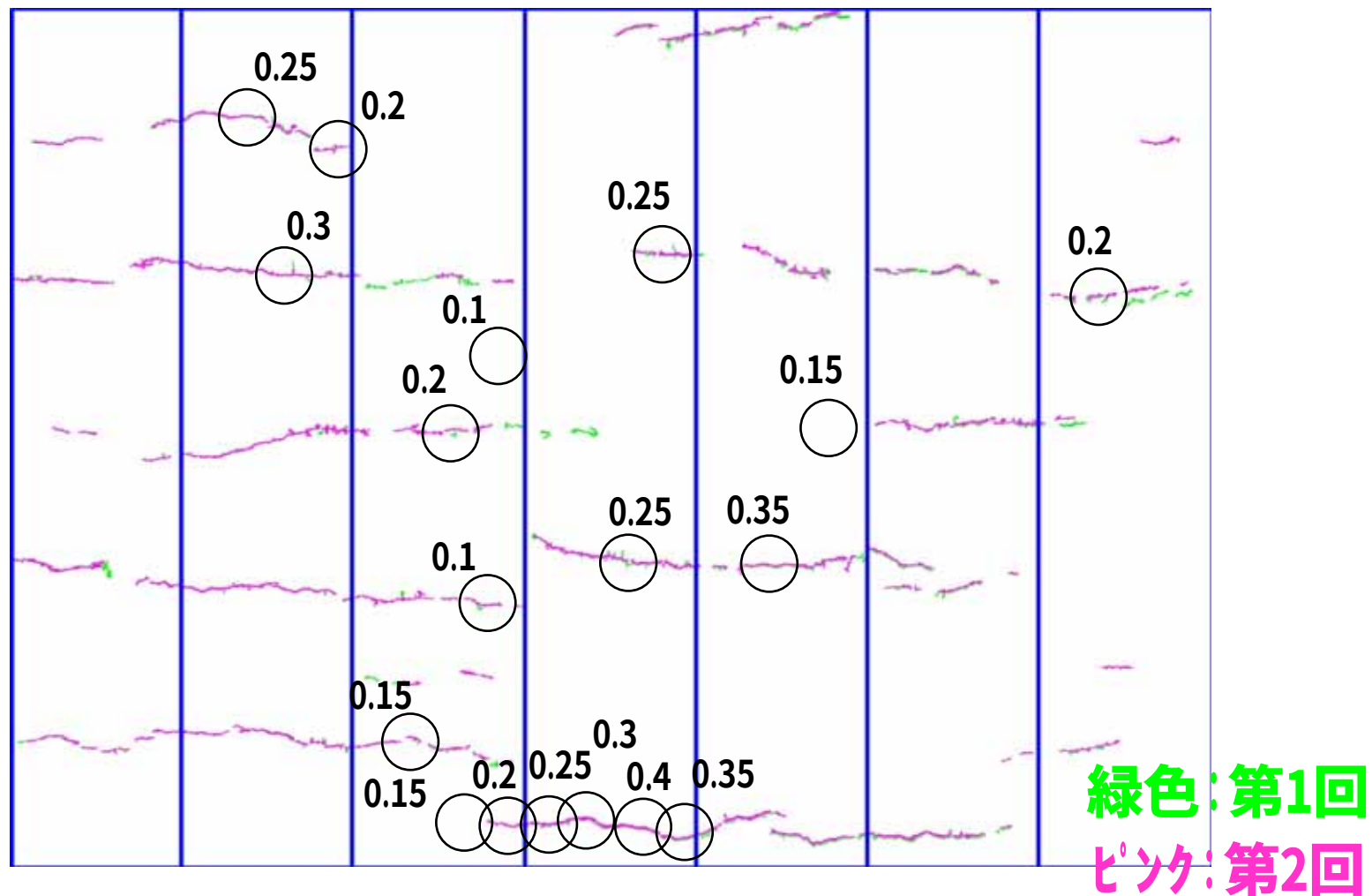
# ひび割れ画像



ひび割れ画像

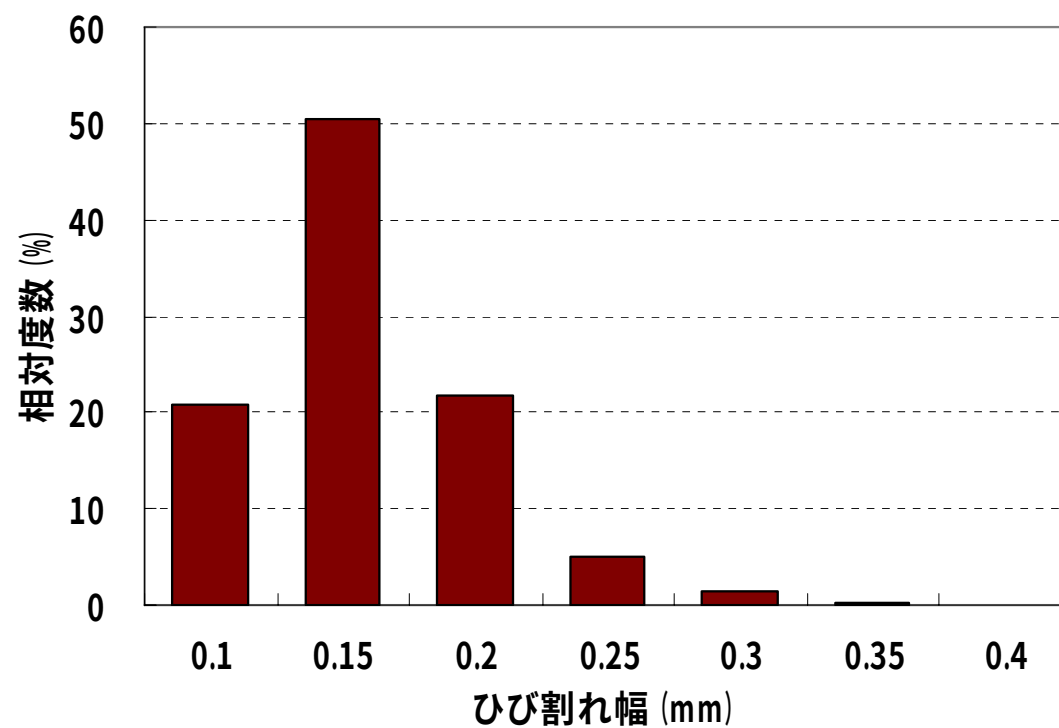


# ひび割れ定量解析



ひび割れ分布図および測定値との比較

# ひび割れ定量解析



ひび割れ幅のヒストグラム



## トンネル覆工コンクリートへの適用例



**2003年竣工, L=325m**

## 現地撮影



## 現地撮影

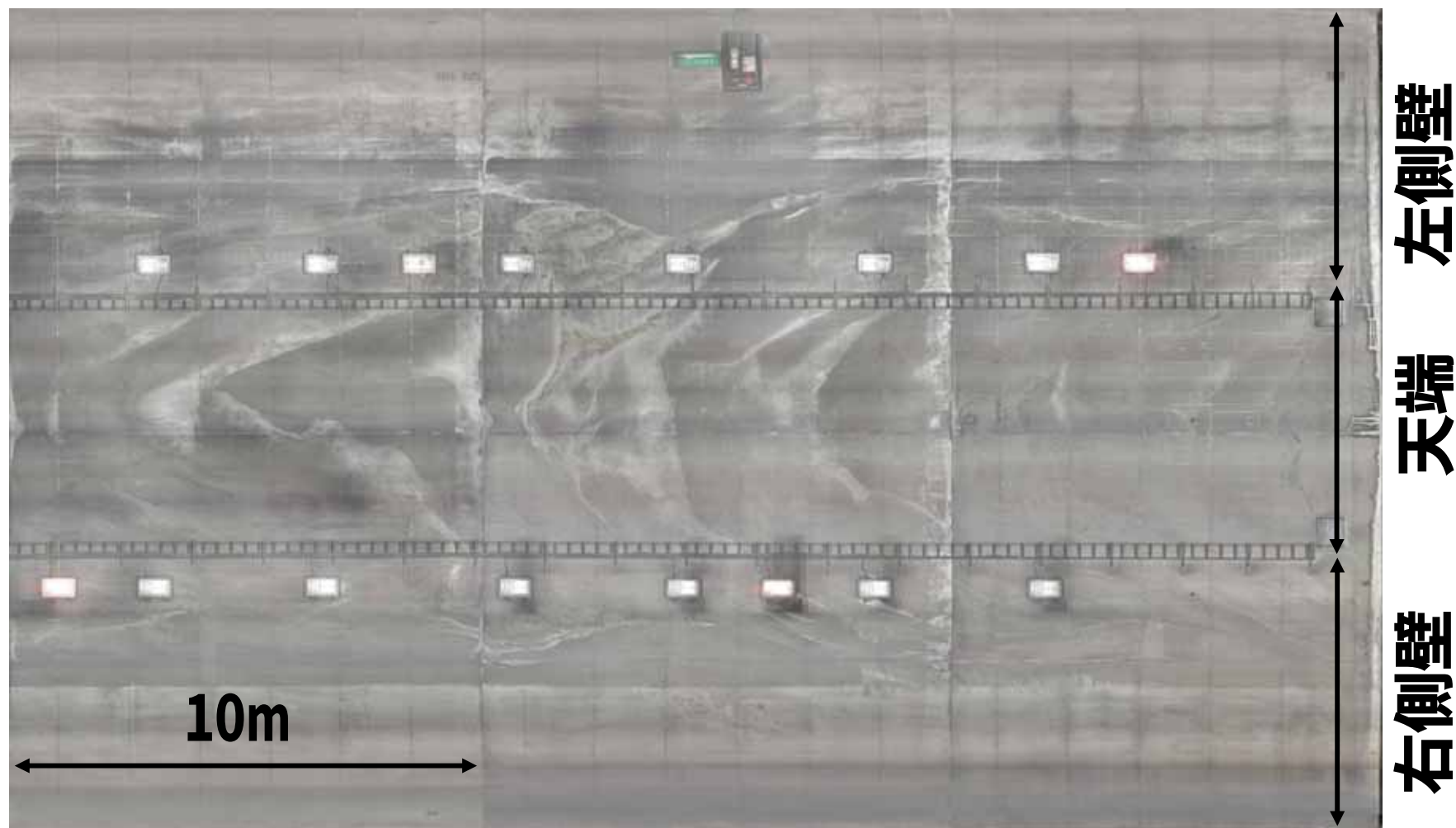
| 名称    |            | 個数    | 仕様                                             |
|-------|------------|-------|------------------------------------------------|
| 撮影    | デジタルビデオカメラ | 13台   | 画素数:34万画素(720×480)<br>メーカー:SONY, 型式:DSR-PD100A |
|       | デジタル録画装置   | 13台   | 記録方式:DV-CAM, 記録時間:3時間                          |
|       | 照明器        | 25セット | 消費電力:1kw, 定格電圧:100V                            |
|       | 発電機        | 1台    | 出力:35kVA/台                                     |
|       | ACアダプター    | 2台    | 供給電力:15A                                       |
| 撮影車両  |            |       | 4t車                                            |
| 撮影速度  |            |       | 時速10～20km                                      |
| 空間分解能 |            |       | 1.5mm/pixel                                    |

# 撮影画像の展開図

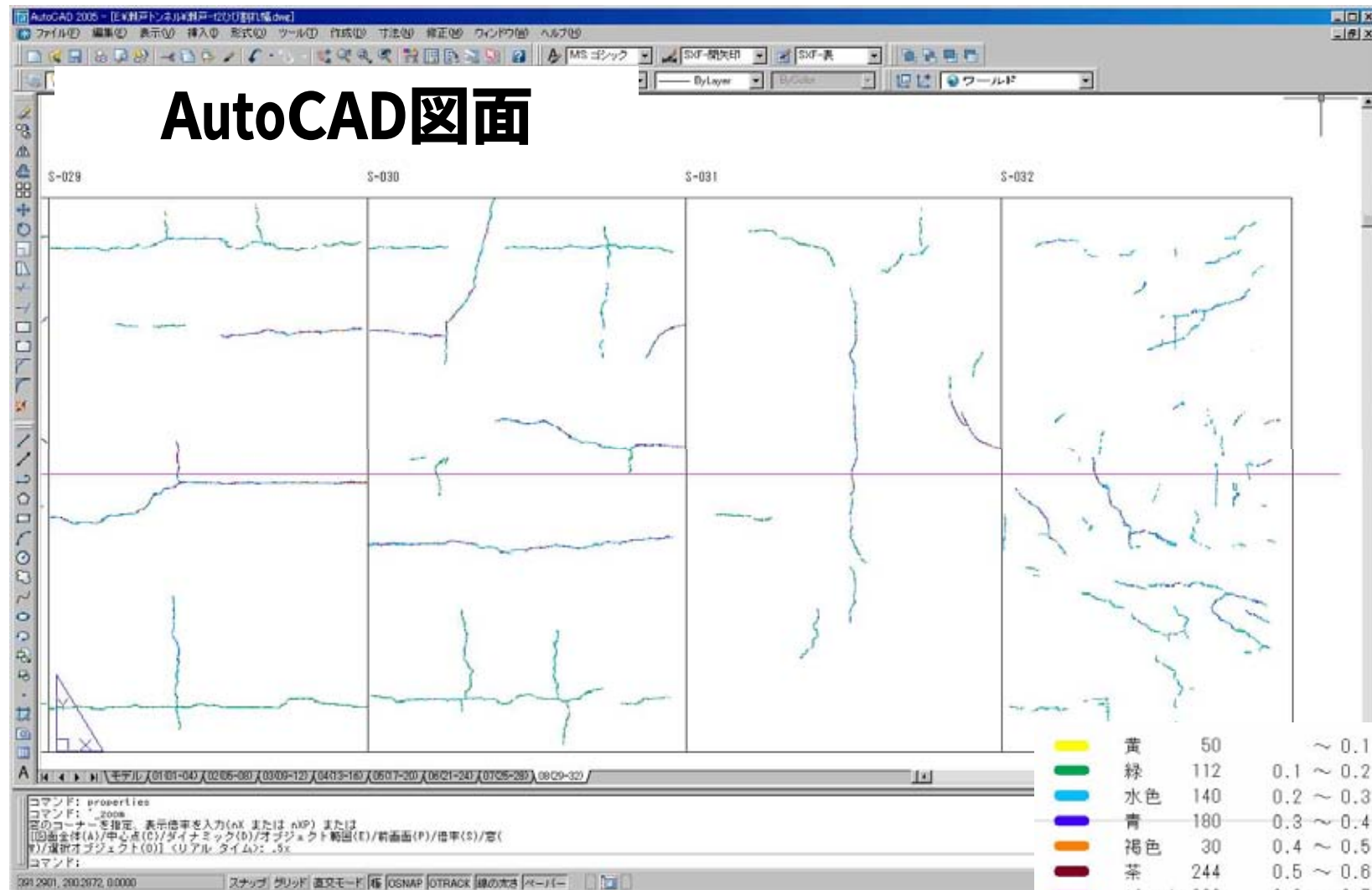
セクションNo.30

No.31

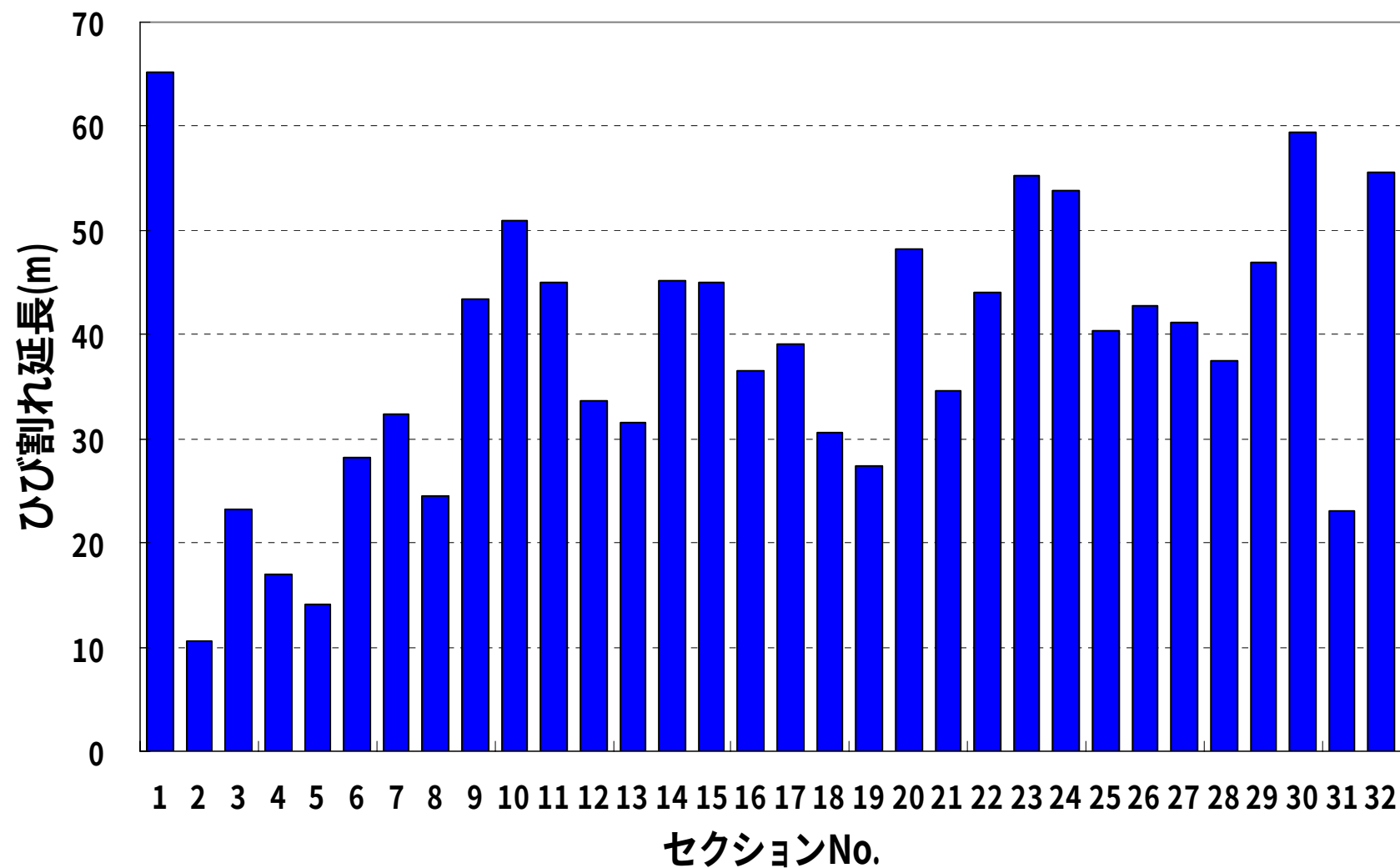
No.32



# ひび割れ画像解析



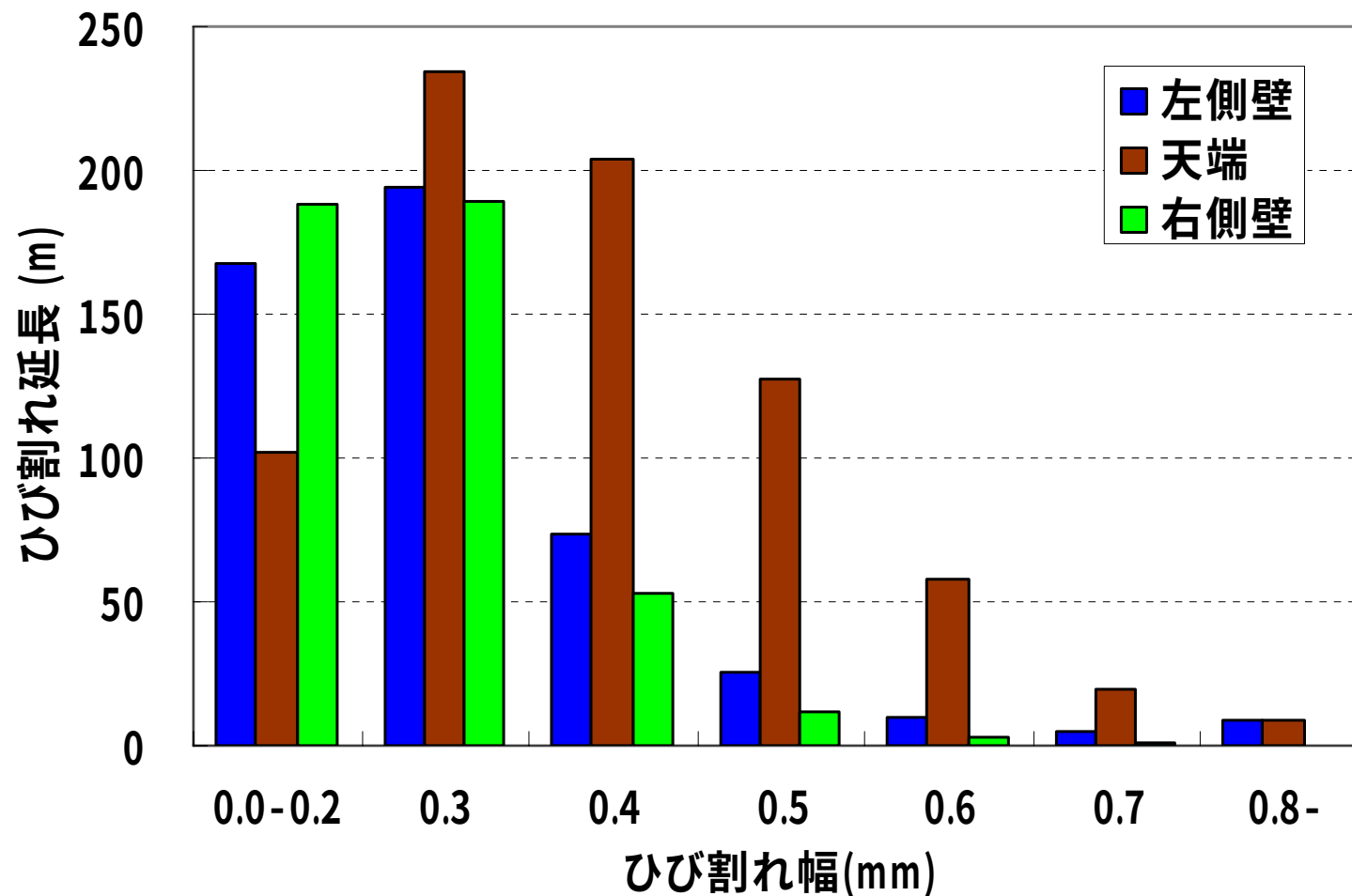
## セクションごとのひび割れ延長



全セクション (ひび割れ幅0.3mm以上)

# 位置別のひび割れ全延長

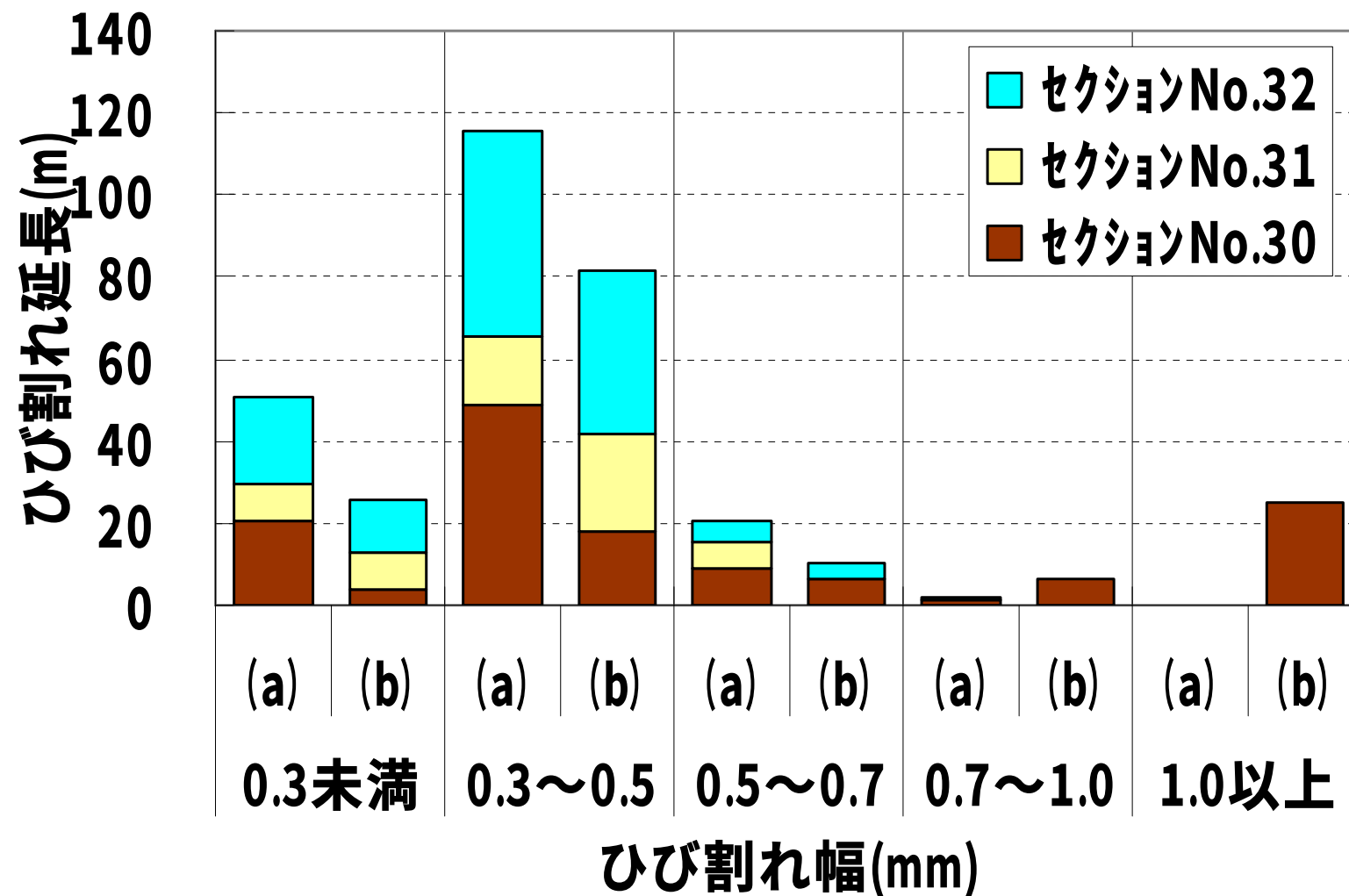
## 画像解析による結果





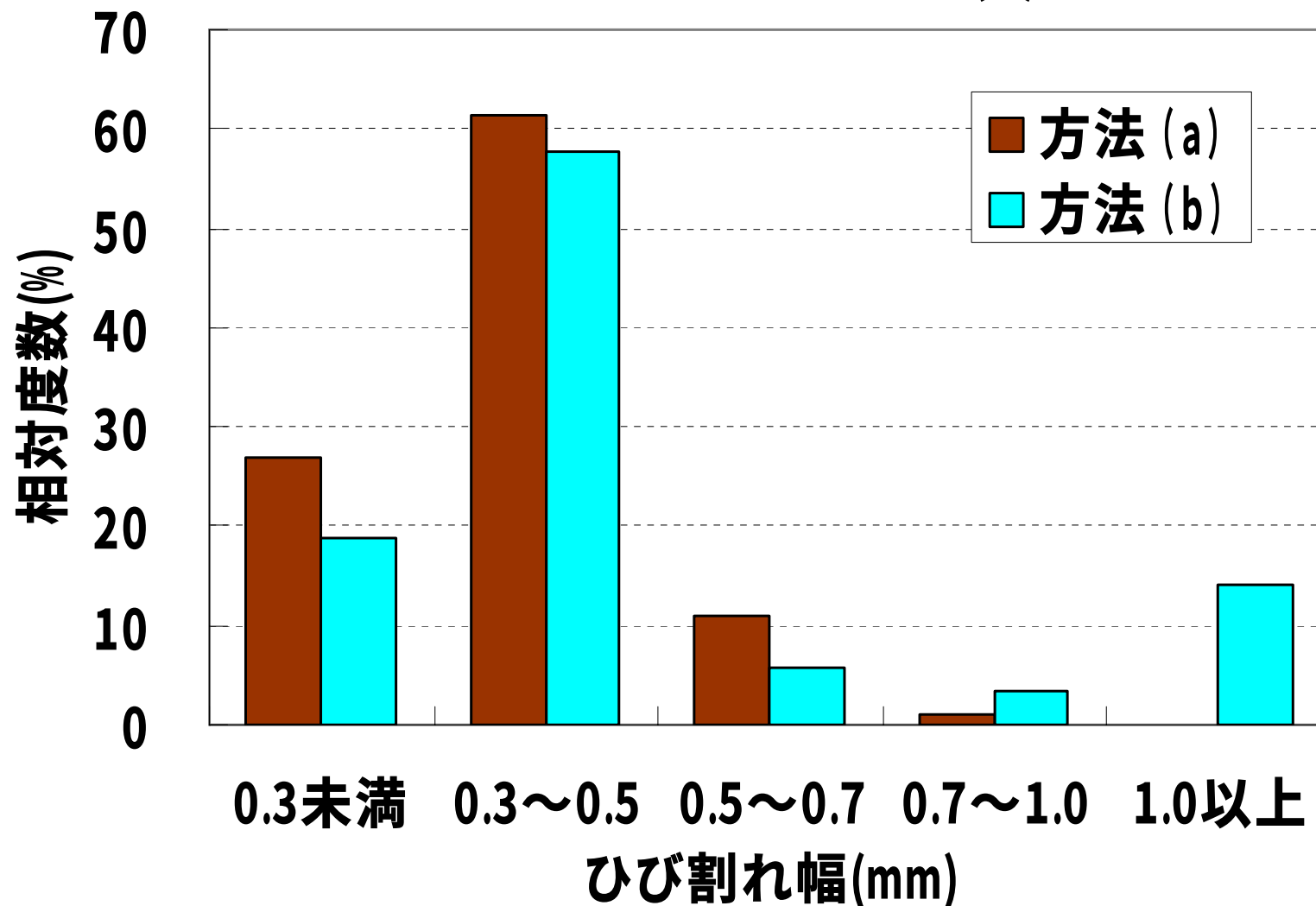
## 位置別のひび割れ延長

方法(a):画像解析  
方法(b):トレース



## ひび割れ幅のヒストグラム (セクションNo.30～32)

方法(a): 画像解析  
方法(b): トレース



# 変状展開図作成 (CrackDraw21)

