

画像評価支援システム「N-IESS（エヌイース）」の開発 Development of image evaluation support system “N-IESS”

我彦 聡志*	佐々木 孝幸**
Satoshi Wabiko	Takayuki Sasaki
豊田 守***	小島 尚人****
Mamoru Toyoda	Hirohito Kojima

要 約

ボアホールカメラ画像によるボーリング孔内観察は、地質および地盤構成を直接的に目視確認できる有効な手法の一つである。しかし、ボーリング削孔時の孔壁の乱れや孔内水の濁りのため、地盤の評価判定に熟練を要したり、孔内洗浄や再撮影が必要になったりするなど結果が得られるまでに多くの手間と時間が必要であった。そこで、画像の鮮明さや担当者の熟練度を補い、地盤評価の精度向上と作業の効率化を目的に、画像評価支援システム『N-IESS（エヌイース、Nishimatsu Image Evaluation Support System）』を開発した。本システムは、各種画像の特徴（凹凸、線構造、エッジ、キメ、粗さ等）を強調させることにより、元画像の画質を劣化させることなく判読性を向上させることができるものである。検証試験の結果、孔内水の濁りによる不鮮明画像においても従来比で平均50%以上の割れ目判定性が向上することを確認した。

目 次

- § 1. 背景
- § 2. システムの概要
- § 3. 期待される効果
- § 4. システムの検証
- § 5. まとめ

§ 1. 背景

地盤調査手法の一つであるボーリング調査では、ボーリング孔内にボアホールカメラを挿入し、撮影した孔壁画像から地盤の状態を評価判定することがある。この時、ボーリング削孔時の孔壁の乱れや孔内水の濁りの影響により、不鮮明な画像が取得される場合がある。そのため、地盤の評価判定に熟練を要したり、孔内洗浄や再撮影が必要になったりするなど、結果が得られるまでに多くの手間と時間が必要であった。

そこで、画像の鮮明さや担当者の熟練度を補い、画像を用いた地盤調査における評価の精度向上と作業の効率化を目的に、画像評価支援システム「N-IESS（エヌイース）」を開発した。

§ 2. システムの概要

本システムは、さまざまな電子デバイスで撮影された画像の陰影や凹凸等の画像内の特徴を強調処理するもので、東京理科大学の小島教授によって開発されたVIS¹⁾と呼ばれる画像処理法を採用している（図-1）。処理前後の画像をパソコンの画面上で確認しながら画像内特徴の強調処理を自由に設定でき、画像を用いた調査での対象物の評価において、最適な処理画像を記録として保存することが可能である。

また、外的な要因による不鮮明な画像の処理のほか、建設中のトンネルや建屋内などの光量が不足する環境で撮影した画像の先鋭化処理にも応用が可能であるため、現場調査での対象物の評価の精度向上と作業の効率化が期待できる（図-2）。現場でのリアルタイム評価と保存した画像データでの事後解析の両方に対応でき、且つどんな画像データ形式にも適用が可能である。さらに、タブレットやモバイル端末への組み込み、専用機器への実装等、使用状況・ニーズに合わせた展開が可能である。

§ 3. 期待される効果

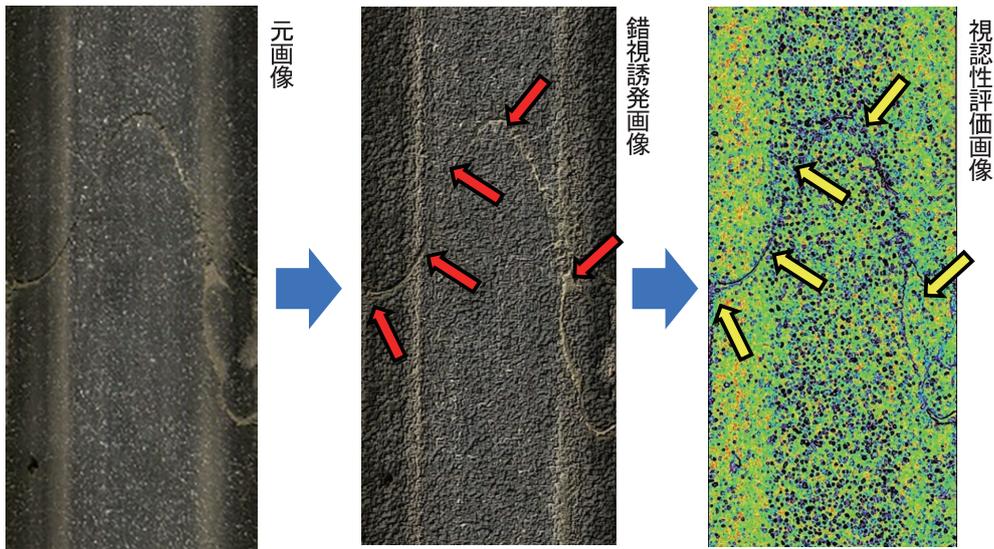
本システムは、各種画像の特徴（凹凸、線構造、エッジ、キメ、粗さ等）を強調させることにより、元画像の画質を劣化させることなく判読性を向上させるものである。これにより、鮮明な画像の再撮影等の手戻り削減や

* 技術研究所土木技術グループ

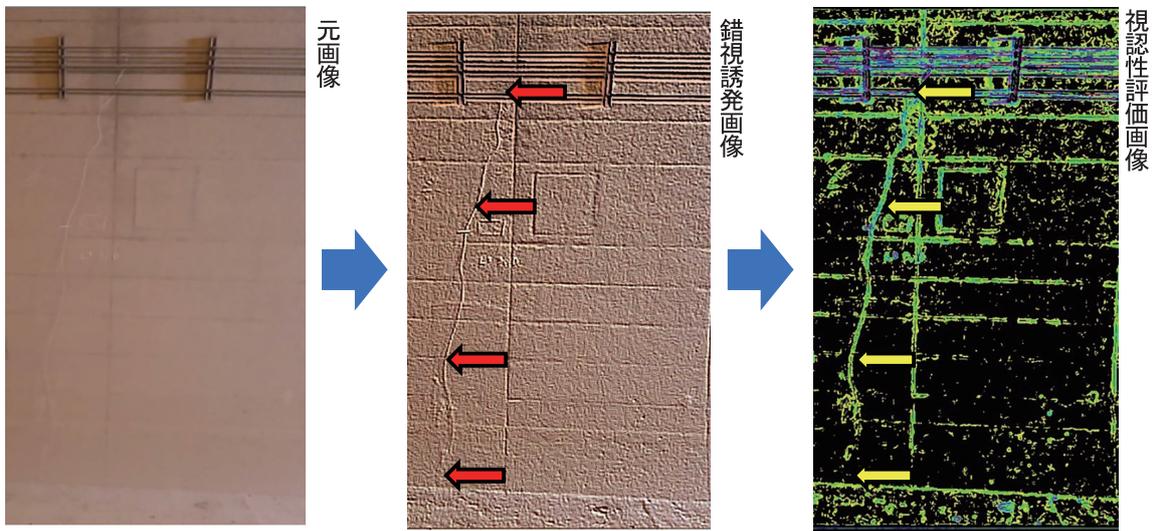
** 株式会社ボア

*** ジーエスアイ株式会社

**** 東京理科大学理工学部

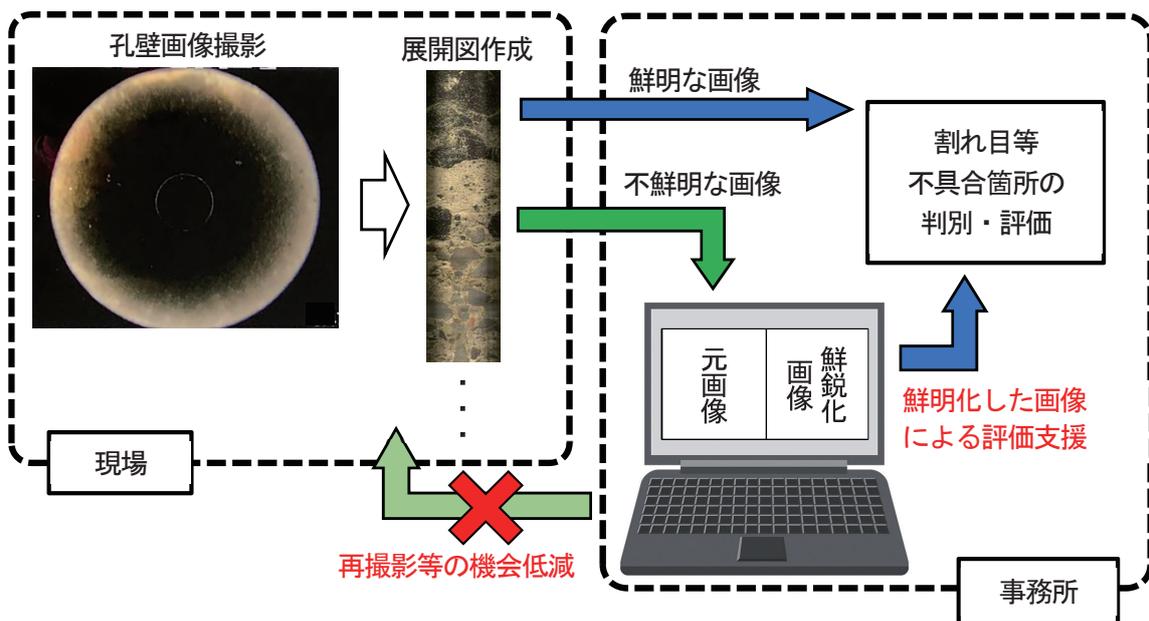


(ボアホールカメラによる孔壁展開画像)



(覆工コンクリートひび割れ調査画像)

図一1 N-IESS による画像解析例



図一2 N-IESS 導入後の調査業務フロー
(ボアホールカメラによる孔壁展開画像の処理)

解析・評価時間の低減等の作業の効率化が期待できる。

また運用面では、企業先事務所での画像データを用いたリアルタイム協議、現場と本社または現場とコンサルタント等の遠隔二者間での画像を使った技術的協議・支援等での利用も想定できる。

本システムは、画像を用いた評価作業において、建設中および既設構造物（インフラ）の点検、調査、確認作業のみならず他分野での活用も期待できる。

§4. システムの検証

本システムの有効性を検証するために、ボーリングによる岩盤の基礎処理工の施工現場において検証試験を行った。検証試験は、以下の方法で行った。

- 1) ボーリング孔を削孔直後（孔内洗浄前、濁りの程度は弱／中／強）に撮影

- 2) 1) で得られた画像を既存技術と N-IESS で画像処理して割れ目を検出
- 3) 孔内を十分に洗浄して鮮明な孔内画像を撮影し、割れ目を検出
- 4) 2) と 3) で検出された割れ目の数を比較

なお、本システムは錯視誘発画像と視認性評価画像を出力できる（図-3）が、今回は錯視誘発画像のみで検証を行った。

検証試験の結果、ボアホールカメラ撮影による基礎岩盤の調査に当該システムを適用した場合、削孔水の濁りによる不鮮明画像でも従来比で平均 50% 以上割れ目判定性が向上することを確認した（図-4、表-1）。なお、濁りが強く画像に割れ目が全く写っていない場合（中-1、強）を除き、比較的強い濁りのある不鮮明な画像に対しても、既存技術に対する本システムの優位性が認められる結果となった。

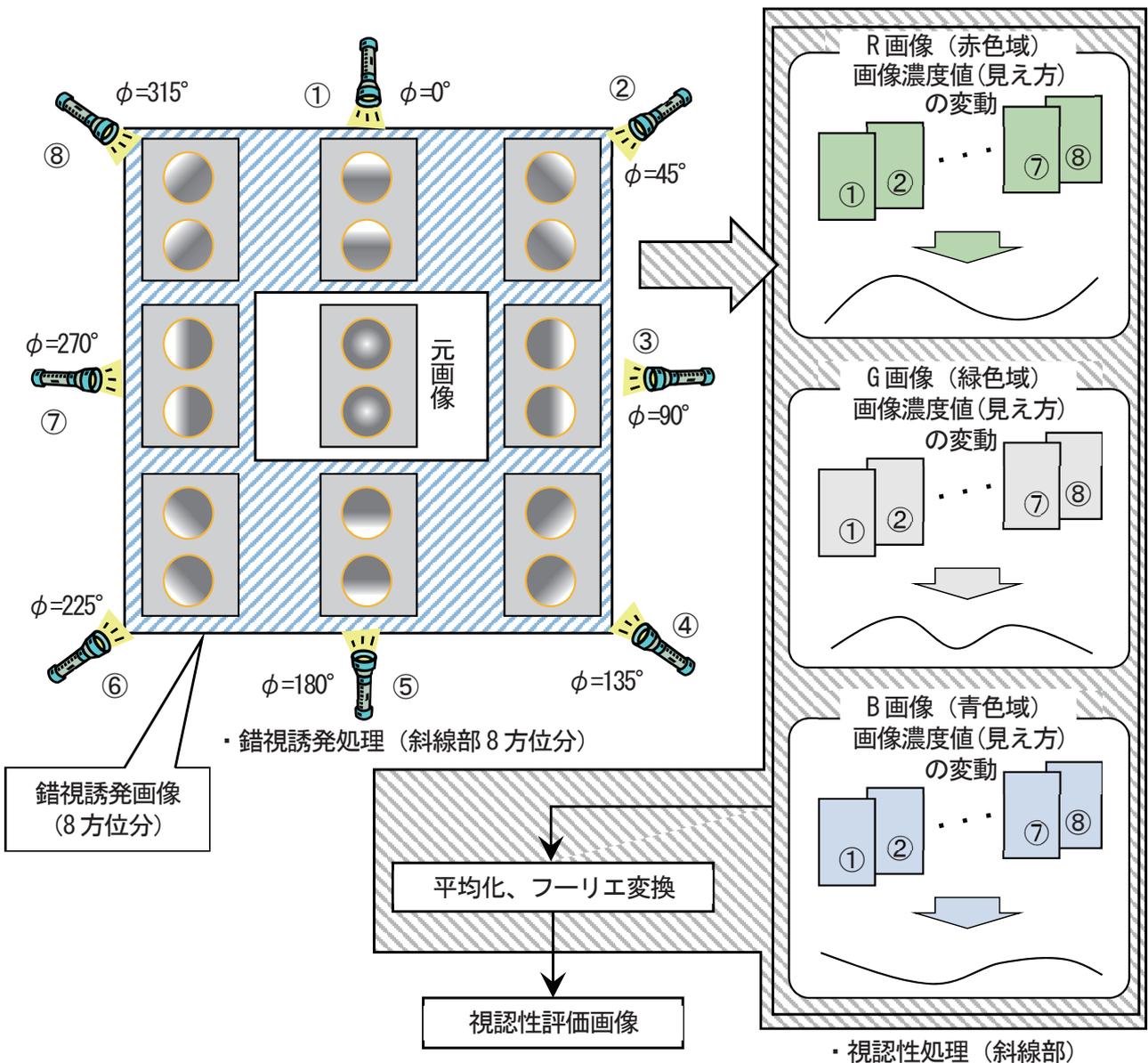
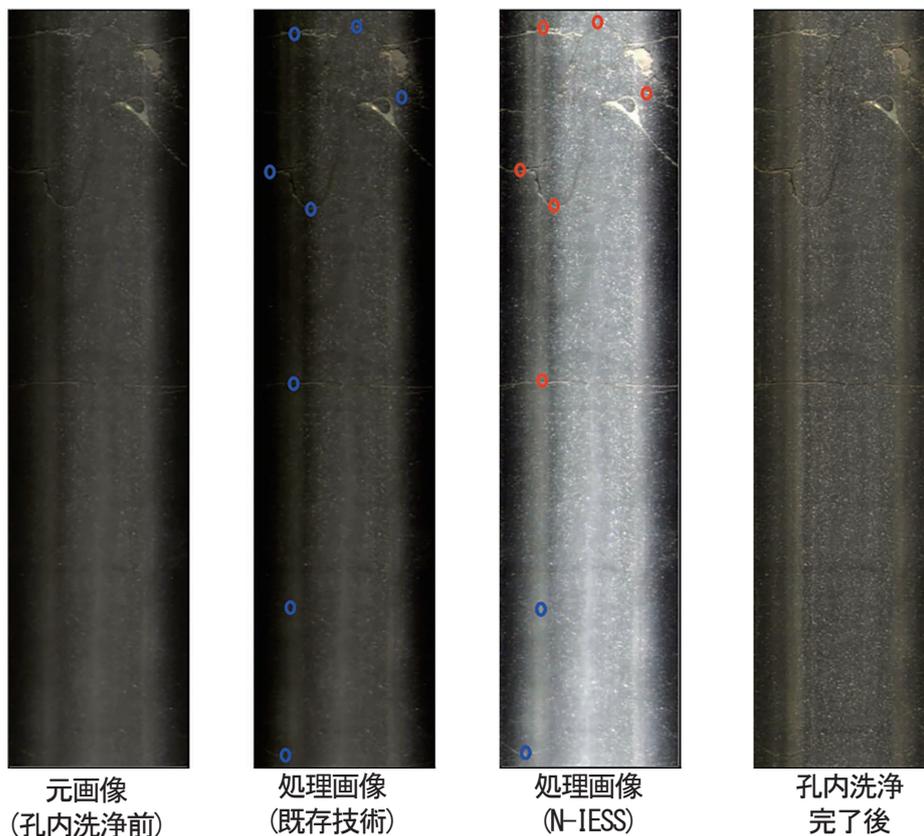


図-3 錯視誘発処理と視認性処理



・ 凡例

- : 画像処理により検出可能となった割れ目
- : 孔内洗浄完了後に検出可能となった割れ目

図一4 孔壁の画像処理例 (検証試験, 弱-3)

本システムは、画像処理の強さを 10 段階で調節できるが、強すぎる画像処理は画像内の特徴点を強調しすぎてしまう場合があり、基礎岩盤等の割れ目検出においては誤検出の可能性があることも分かった。したがって、画像処理作業の初期段階は 3~4 程度とするのが適当であることが分かった。

§ 5. まとめ

今回、画像を用いた地盤調査における評価の精度向上と作業の効率化を目的として、「N-I-ESS」を開発した。

施工現場での検証試験の結果、本システムは孔内水の濁りによる不鮮明な画像に対しても割れ目判定性支援効果を発揮することが分かった。

西松建設では、業務効率化の一環として、建設工事、インフラの維持管理等、様々な場面で電子画像データを用いた調査での対象物の評価技術の導入・活用を進めるとともに、その精度向上および効率化を支援するための技術開発を進めてきた。今後は、本開発システムを要素技術として、種々なハードウェアへの適用性および撮影対象範囲の拡大を図り、更なる業務の効率化・生産性向上を目指すものである。

表一1 割れ目判定性支援技術比較検証試験結果

濁りの程度	亀裂 総本数	割れ目検出数(本)		検出精度(増減)	
		既存技術	N-I-ESS	既存技術	N-I-ESS
弱-1	12	3	8	25%	67%
弱-2	14	7	12	50%	86%
弱-3	8	0	6	0%	75%
中-1	6	0	0	0%	0%
中-2	7	4	6	57%	86%
強	6	0	0	0%	0%

※割れ目総本数は洗浄完了後の画像より検出

謝辞. 本技術開発では、東京理科大学の小島尚人教授、(株)ボア、ジーエスアイ(株)、に多大なご協力とご指導いただきました。深く感謝し、お礼申し上げます。

参考文献

- 1) 学校法人東京理科大学：コンクリート表面ひび割れ点検支援を目的とした錯視誘発画像特徴強調・判読支援システム，特許第 4868509 号，特許第 5046119 号，特許第 5246770 号，特許第 5769295 号，特許第 6021053 号。