送電用トンネルにおけるＡＩによる画像点検の導入

東京電力ホールディングス（株）　正会員　○重岡　匠，正会員　斉藤　仁
（株）東設土木コンサルタント　非会員　中川　光貴，藤原　孝明，土井　孝一
東京電力パワーグリッド（株）　非会員　嘉賀　大樹

１．はじめに

当社では送電用トンネルの点検の効率化を目的として，近接目視の画像撮影への代替を検討している[1)]．現状の画像撮影による点検（以後，画像点検という）は，撮影した画像からコンクリートひび割れなどの変状を検出するには，人が画像から目視で変状を発見する必要がある．送電用トンネルの画像点検の実績では，画像から目視で変状を発見する段階で多くの時間を要しており，目視点検の倍以上の時間がかった．今回の検討ではこの問題に対して，AI によるひび割れの自動検出を実施し，画像点検の効率化および, AI の検出精度を検証した．

２．AI によるひび割れ検出効率

図-1 に点検用画像と AI によりひび割れを検出した結果を示す．図の黒い線がひび割れとして検出された箇所である．点検用画像は既往の研究[2)]に基づき撮影した．このトンネルは直径 2350mm のシールドトンネルである．画像は円形断面のトンネルの展開図になっている．AI のひび割れ検出は自動で実施でき，今回の点検用画像の解析はパソコンの性能によるが，概ね数十分程度で解析できる．同じ画像から目視によりひび割れを検出した場合は，11 時間を要しており，AI によりひび割れ検出を大きく効率化できた．

３．AI によるひび割れ検出精度

図-2（a）に**図-1** を拡大した領域を示す．**図-2**（b）は**図-2**（a）と同じ領域の画像から人が目視によりひび割れを検出した結果である．黒い線が 0.1mm 幅未満のひび割れであり，白い線が 0.1～0.2mm 幅のひび割れで

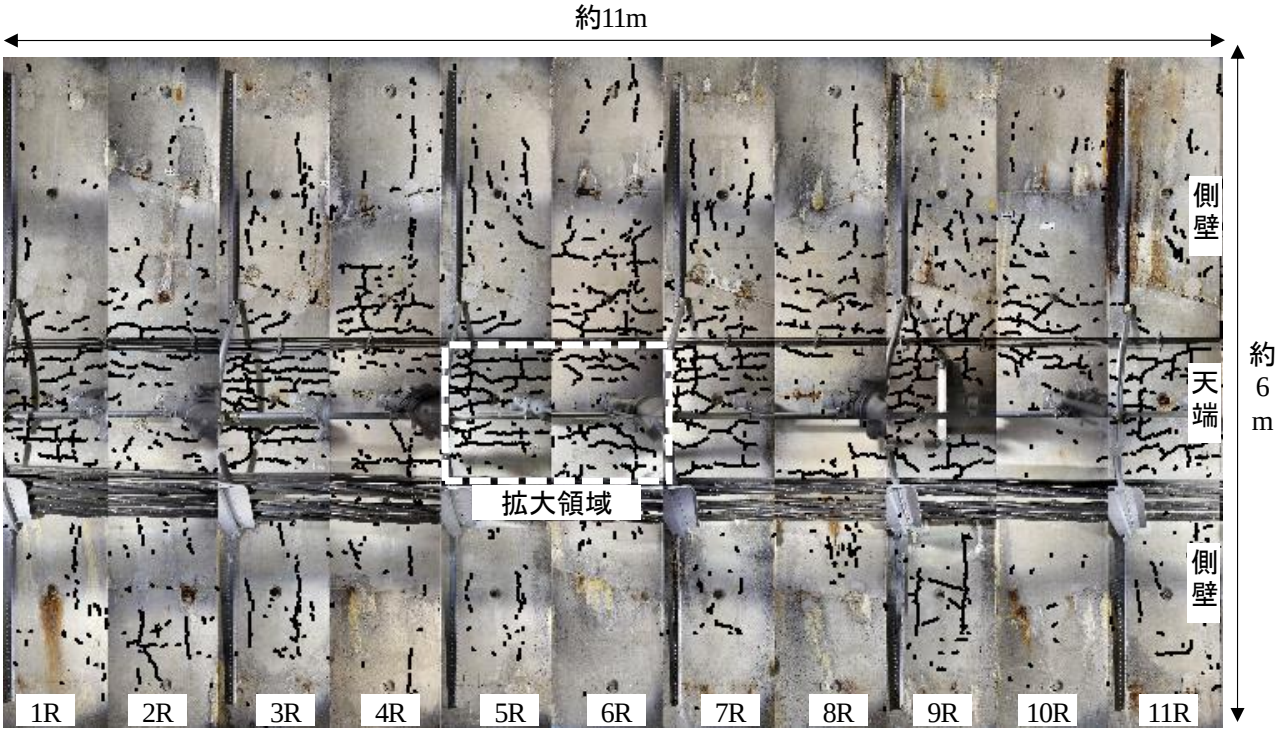
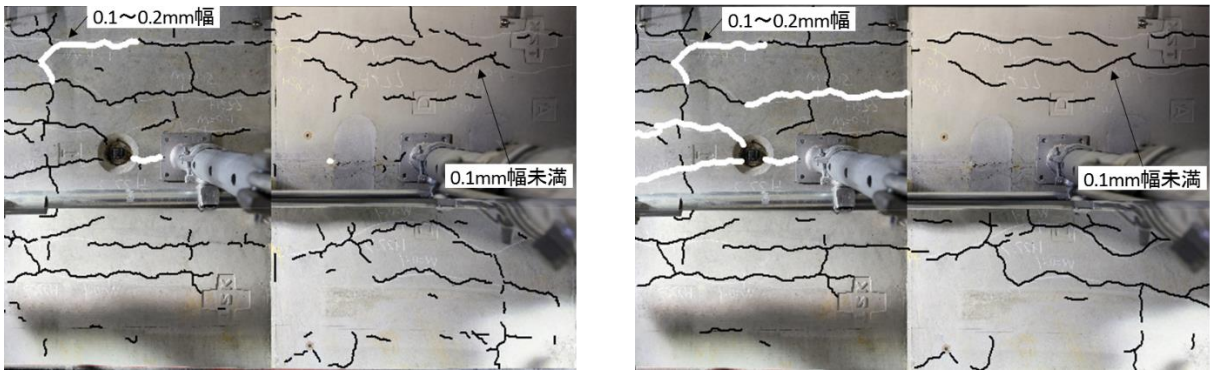


図-1　点検用画像の AI によるひび割れ検出結果

キーワード　AI，画像撮影，ひび割れ，点検，維持管理，トンネル，洞道
連絡先　〒100-8560　東京都千代田区内幸町１丁目１番３号　東京電力 HD　都市土木技術 G　ＴＥＬ090-6720-3450

© Japan Society of Civil Engineers



（ａ）AI によるひび割れ検出結果　　（ｂ）画像から目視によるひび割れ検出結果

図-2　拡大領域の AI と画像から目視によるひび割れ検出結果の比較

ある．両者でひび割れの位置を比較すると，概ね同じ位置でひび割れを検出できていることがわかる．**表-1** に AI と画像から目視による検出された，リング毎のひび割れ延長を示す． AI と画像から目視により検出されたひび割れ延長を比較すると，0.1mm 幅以下のひび割れでは，大きな差異はなく，高い検出精度があることを確認できた．

表-1　検出されたひび割れ延長

リング番号＼ひび割れ延長[m]	検出方法	AI			画像から目視による検出		
	ひび割れ幅[mm]	0.1未満	0.1～0.2	0.2～0.3	0.1未満	0.1～0.2	0.2～0.3
R1		8.57	0.34		6.72	2.17	
R2		8.55	0.93		9.54	1.91	0.09
R3		13.86	0.46		10.70	2.45	
R4		10.93	0.14		8.73	1.03	0.07
R5		11.89	0.67		10.26	2.26	
R6		12.94	0.05		9.93	0.82	
R7		12.25	0.39		12.99	0.39	
R8		7.74	0.07		5.80	0.35	
R9		12.98	0.84		12.85	2.46	
R10		7.19	0.30		7.70	0.72	
R11		11.76	0.31		9.36	0.59	
合計		118.66	4.50	0.00	104.58	15.15	0.16

一方で，0.1mm 以上の幅のひび割れに着目すると，画像から目視で検出したひび割れ 15.31m（15.15+0.16）に対して，AI が検出した延長が 4.50m であり，3 分の 1 以下と短くなった．これは，送電用トンネルに対する AI の最適化において，教師データとして 0.1mm 幅以上のひび割れの画像が十分用意できなかったことが原因と考えられる．0.1mm 幅以上のひび割れに対して十分に AI を最適化すれば，0.1mm 幅以上のひび割れの分類精度は向上すると考えられる．

６．まとめ

送電用トンネルの画像点検において， AI によるひび割れの自動検出による高い効率化，精度を確認した．ひび割れ幅の誤分類の問題が確認されたが，さらなる最適化で解決の見込みがあることがわかった．トンネルの点検においては，ひび割れ以外に，漏水や鉄筋の錆なども重要な情報であり，記録の対象となっている．今後はひび割れ以外の変状についても AI や専用プログラムによる自動検出と精度検証を行う所存である．

謝辞

今回の AI の解析にあたり，キヤノン株式会社には多大なご協力をいただいた．ここに記して感謝の意を表します．

参考文献

1) 重岡，斉藤，藤原，中川，作中：狭隘空間における画像撮影装置によるトンネル壁面変状の抽出，土木学会第 73 回年次学術講演会，v-624，pp.1247-1248，2018.

2) 重岡，斉藤，藤原，土井，中川，作中：小型の画像撮影装置による狭隘なトンネルの点検効率化，トンネル工学報告集，vol.28，Ⅱ-11，2018.

© Japan Society of Civil Engineers