

画像診断技術による火力発電所R C煙突調査および変状抽出高精度化への展望

清水建設(株)

正会員

○河野 貴之

清水建設(株)

正会員

久保 昌史

(株)保全工学研究所

正会員

天野 勲

1. はじめに

火力発電所に設置される煙突は地表面での排出ガス濃度を低減させることを目的に 60m から 200m 級のものが多く、近接目視点検を行う際には大規模な足場が必要になりコスト面等での課題があった。そこで、平成 28 年度、赤外線熱画像および可視画像を解析することで外見変状のひび割れや浮き・はく離等を診断することが可能な技術¹⁾を用いて高さ約 170m の煙突を地上から非破壊非接触により調査を行った。

その結果、ひび割れが確認された高さ 167m 付近での抽出限界幅は 0.25~0.32mm であり、それ以下のひび割れは抽出できていない可能性が残った。²⁾

今回、引き続き同県内の他火力発電所内の R C 煙突(高さ 170m)においても同様の方法で煙突調査を実施した。また、より詳細な可視画像を取得することを目的に従来の地上からの方法に加え、試験的に超高解像度カメラを無人飛行機(以下、ドローン)に搭載した空撮も併せて実施した。

本報ではこれらの結果について報告する。

2. 調査概要

(1) 調査方法

地上からの調査は、撮影架台に固定した温度分解能 0.018℃の高感度赤外線サーモグラフィ(以下、赤外線カメラ)と 1200mm 相当レンズを装着した汎用の 2100 万画素デジタルカメラを用いて赤外線熱画像と可視画像を同じ画角で同時に撮影し、これらの画像を重ね合わせて画像解析することにより、構造物のひび割れや浮き・はく離などの変状を抽出した。

空撮は、画素数 1 億画素(11,608×8,708)、センサーサイズ 53.4×40.0mm、色深度/階調 16bit(65,536 階調)で、高解像度で暗所や逆光に強く高彩度が得られる等の特長をもつ超高解像度カメラを搭載したドローンを用いて行い、撮影した画像(以下、空撮画像)を地上からの撮影画像(以下、地上画像)と比較した。

(2) 調査対象と調査範囲

調査対象は沖縄県中部に位置する火力発電所の高さ



写真-1 撮影対象と撮影機材

170m、短辺 9.5m、長辺 18m の矩形断面の R C 製で、調査範囲はその内の上部 77.5m (GL+92.5~170m) 外面全周 4260m² であった。

(3) 画像撮影

地上からの撮影は煙突最上部が最大仰角 45°以内で見通せる中心から 170m 程度離れた円周上付近の 4 方位から行った。1 画素の解像度は 0.61~1.77mm/pix で、理論的な抽出限界幅は 0.12~0.35mm であった。

ドローンによる空撮は、撮影範囲をオーバーラップさせながら上昇、下降を繰り返して撮影した。従来のドローンによる調査では、撮影性能が低いため対象構造物に近づく必要があり、突風による構造物への接触事故の懸念や 1 枚の撮影範囲が狭まることによる解析手間増加等の課題があったが、今回、超高解像度カメラを用いることで、接触事故に対して安全な距離(約 32m)を保ちながら、1 画素の解像度 1.0mm/pix を確保できた。

3. 調査結果

(1) 調査時の天候

現地調査は平成 29 年 11 月 15 日~16 日に実施した。調査時の気温と日照時間の変化を図-3 に示す。天候は、晴れまたは曇りで降雨はなく、日照時間も 1.3 時間~5.5 時間であった。また、1 日の気温の最高温度と最低温度の差である日較差は 3.4℃~5.5℃、平均風速は 3.1~4.3m/s であり、概ね撮影に適した環境であった。

(2) 地上画像からの変状抽出結果

撮影した赤外線熱画像および可視画像の正対補正お

キーワード: 1 億画素カメラ, ドローン, 非破壊調査, 画像診断

連絡先: 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 Tel. 03-3561-3915 Fax. 03-3561-8673

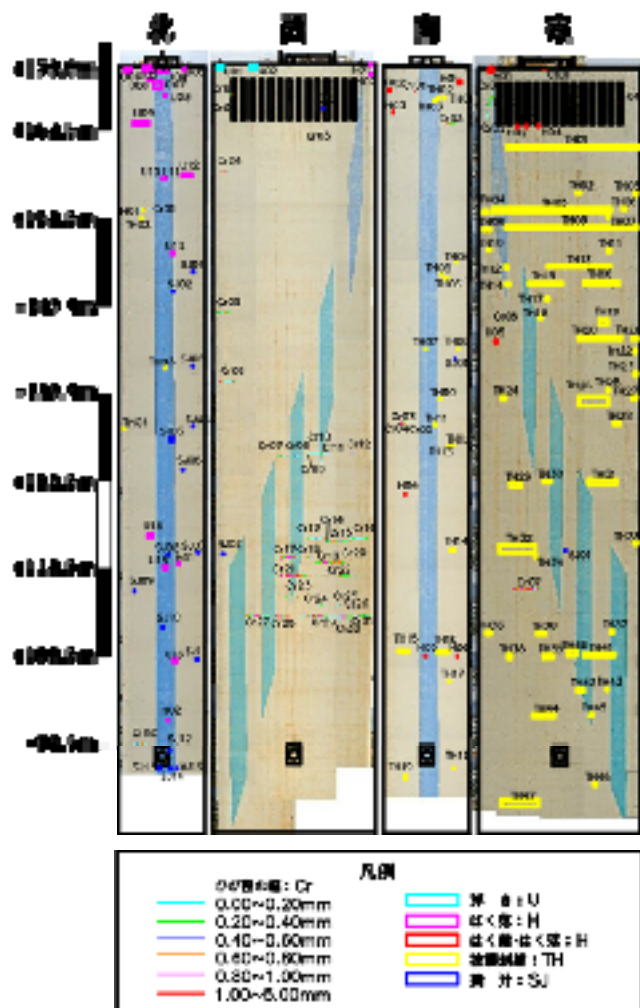


図-2 地上画像による変状抽出結果

よび接合を行い、変状（ひび割れ、浮き、剥離・剥落、塗膜剥離、錆汁）を抽出した。地上画像による抽出結果を図-2に示す。

その結果、煙突本体には、ひび割れ 45 箇所、剥落 15 箇所、浮き 18 箇所、錆汁 17 箇所、塗膜剥離 70 箇所の変状が確認された。

ひび割れは、コンクリートの打継ぎに沿って水平方向に生じているものが多く幅は0.11~1.2mmであったが錆汁の発生はなかった。

剥落部は鉄筋の露出が確認されているところもあり、錆汁の発生も確認された。

浮きの寸法は縦 0.15~0.76m、横 0.14~1.65mであったが可視的な変状は確認されなかった。

煙突表面に塗布された塗膜は全体的に劣化が進行し剥離している箇所も見られた。

全体的に、現状では塩害や中性化などによる深刻な劣化は生じていないものの、軽微な損傷は確認されたため予防保全の観点からも計画的な対策を行うことが望ましいと考えられる。

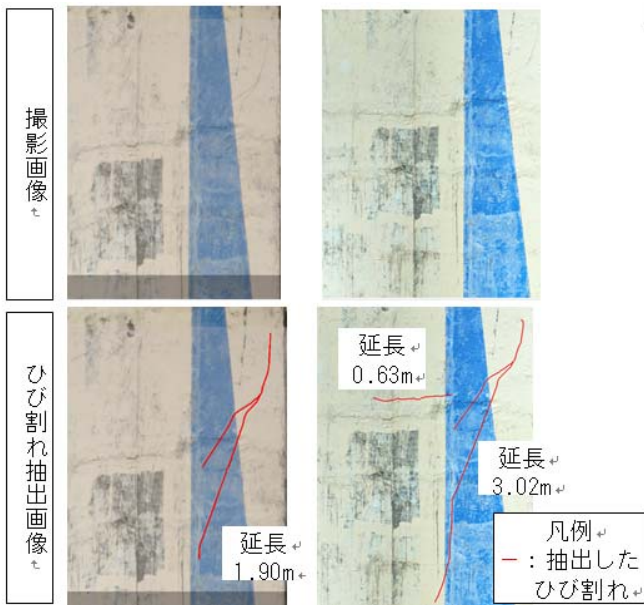


写真-2 ひび割れの比較(左:地上画像、右:空撮画像)



写真-3 煙突頂部剥離の比較(左:地上画像、右:空撮画像)

4. 地上画像と空撮画像の比較

地上画像と、空撮画像を比較した画像の一例を写真-2~3に示す。空撮画像はカメラの性能と近距離撮影等の効果により、地上画像より鮮明な可視画像を取得できている。

写真-2 では、新たに微細なひび割れが抽出できており、また既知のひび割れも延長が長くなっている。

また、写真-3 では、地上画像からでは確認が困難であった剥離部の鋼材露出を確認できている。

5. おわりに

画像解析による火力発電所の RC 煙突調査を実施した。また、空撮画像では地上からでは確認が困難な変状も確認することができた。今後も、こうした手法を積極的に導入し精度や効率性を向上させていく所存である。

【参考文献】

- 1) 久保昌史 他：赤外線画像と可視画像を併用した画像診断技術の開発、コンクリート工学年次論文集、Vol.33, No.1, 2011
- 2) 河野貴之 他：赤外線熱画像と可視画像を用いた画像診断技術による火力発電所 RC 煙突調査、第72回土木学会年次学術講演集、VI-971