

電磁波レーダ反射画像の解析手法に関する一考察

松江工業高等専門学校 正会員 ○周藤 将司
 松江工業高等専門学校 学生会員 森脇 慶幸
 松江工業高等専門学校 正会員 松崎 靖彦
 松江工業高等専門学校 正会員 高田 龍一

1. はじめに

高度経済成長期に整備された多くの土木構造物は、耐用年数を超えるものや厳しい自然条件により凍害・塩害等の劣化が進行し、大規模な補修・改修が必要なものが増えている。これらの全ての土木構造物を補修・改修することは、事実上不可能である。したがって、既存の構造物を長期間にわたって安全に使用することが必要である。このような状況を受け、現在は非破壊試験に関する研究が多く行われている。

本研究では、非破壊試験のひとつである電磁波レーダ法に着目した検討を行う。電磁波レーダ法とは、電磁波レーダ探査機をコンクリート表面上で走査し、鉄筋の位置やコンクリート中の空洞を検出することが可能な試験方法である。本研究では、電磁波レーダ法によって得られた反射画像を用い、鉄筋コンクリート内部の診断方法を検討することを目的とした。

2. 研究概要

本研究では、北海道内で凍害劣化の進行している RC 開水路側壁において、電磁波レーダ (GSSI 社製ストラクチャスキャン SIR-EZ HR) を用いて取得した画像を使用した。電磁波レーダの誘電率は 9.0 と設定した。画像は、7 路線の開水路側壁において、各側壁面に測線を 10 測線設け、計 70 枚取得した。取得した反射画像の一例を図 1 に示す。図の左側の山形になっている箇所が鉄筋の位置を示しており、かぶり厚は右側の波形において上端からピークの位置までの距離で示される。しかし、

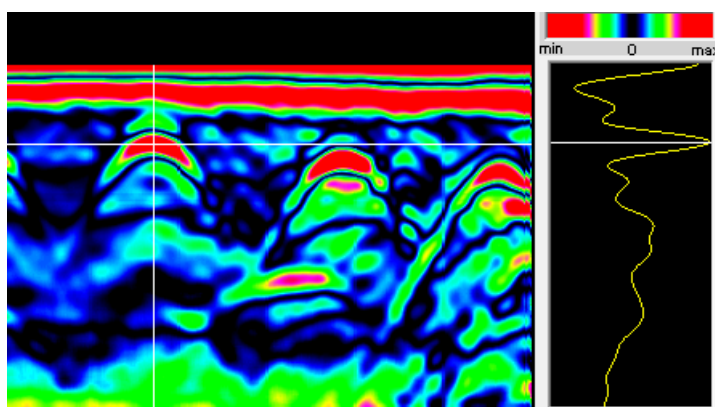


図 1 電磁波反射画像の一例

本図からは、本来一定である鉄筋のかぶり厚にずれが生じていることがわかる。これは、かぶりコンクリートの位置に何らかの内部変状が生じている可能性を示している。ここでは、得られた反射画像をカラー画像として扱い、かぶりに相当する範囲の RGB 値にどのような違いが生じているのかを比較検討した。

取得した画像は、同一画像中に RC 開水路側壁の配筋筋 3 本を横断して得られたものである。開水路側壁の凍害は上部から進行する¹⁾ため、本検討においては画像中の上部と下部の配筋筋直上のかぶりを対象とした。RGB 値算定の範囲は鉄筋直上において幅を 15 ピクセルとし、高さはノイズの影響を考慮した高さとして指定し、その範囲内で RGB 値をそれぞれ求めた。反射画像中においては、比誘電率の差の絶対値を R, G, B の各色で表している。画像中の配色は、基準となる比誘電率に対して、差が大きい順に R, G, B の順で違いを表している。したがって、本画像中では、基準となる比誘電率を 9.0 と設定しているため、比誘電率の大きい鉄筋と比誘電率の小さい空隙は同じ赤色になると考えられる。

3. 結果と考察

各測線から得られた RGB 値の算定結果を表 1 に示す。ここでは、スペースの都合上 1 路線分の結果のみを示す。RGB 値は、0~255 までの値で表され、値が大きいほどその色 (R=赤, G=緑, B=青) が支配的であることを示している。また、表中の Ave は、R, G, B 各値を単純平均した値である。

表より、R の値は、各測線ともに小さくなる傾向を示した。実際に画像を目視すると、本検討で指定した範

囲内には、赤色の要素はほとんど見られない。これは、側壁上部、下部ともに同じ傾向を示している。したがって、かぶりコンクリートに存在する内部変状による空隙は、電磁波レーダ反射画像において赤色で示されるほど極端に小さな比誘電率の値とは認識していないことが確認された。

一方、G、Bの値は、上部と下部で大きく異なる値を示す測線も多く見られた。Gの値については上部の方で大きくなる傾向が顕著であり、Bの値は下部の方が大きな値を示す傾向がある。

Bの値については、画像中では比誘電率の差が小さい部分を示している。したがって、比誘電率の値の大小の範囲を見出すことは難しい。

Gの値については、画像中ではRとBの中間域を示している。例えば図1では、上部配力筋のかぶりコンクリートには目視からも緑色の範囲

が広がっていることが確認できる。右側の波形は上部配力筋の位置の深さ方向への比誘電率の変化を示したものであるが、かぶりコンクリートの緑色の範囲では波形が左側、つまり比誘電率が小さい方に振れていることがわかる。これは比誘電率が小さくなっていることを表しており、内部変状によって生じたひび割れを空隙として捉えたためであると考えられる。

ここで、各値の平均値について下部配力筋に対して危険率5%の有意差検定を行ったところ、表1の結果からはG、B、Aveの値について有意な差があることが認められた。同様に他の路線から得られた反射画像についても有意差検定を行ったところ、全7路線中、Gの値で3路線、Aveの値で2路線、Bの値で1路線において有意な差があることが確認された。これらの結果より、電磁波レーダ反射画像から内部変状を確認するためには、目視上では画像中の緑の分布に、また、RGB値のからも同様にGの値に着目することが重要であると言える。本検討においては、電磁波レーダの走査を行った箇所からのコア採取は行っていないため、直接的な評価は行うことができない。しかし、同一箇所で行った超音波伝播速度の測定結果からは、凍害による内部変状である層状ひび割れ²⁾が生じている可能性が高いと言える結果が得られている。これらのことも含め、本実験結果の範疇からは、RC開水路側壁についてはGの値に着目することで凍害劣化の影響を受けている箇所を判定できることが示唆された。特に表1に示した箇所については、内部変状が発生している可能性が高いと言える。

4. まとめ

本報では、電磁波レーダ反射画像の解析手法に関する一考察としてRGB値に着目した検討を行った。結果としては、Gの値に着目することで内部変状の発生を診断できる可能性が明らかになった。今後の展開として、内部変状の箇所には水が溜まっている場合などの状況も考えられる。したがって、比誘電率の変化に対応した画像の変化についての検討を進める必要があると言える。

参考文献

- 1) 周藤将司，緒方英彦，兵頭正浩，土居賢彦：コンクリート水利構造物を対象にした現地非破壊試験による一次共鳴振動数の測定方法に関する研究，農業農村工学会論文集，Vol.83，No.1，pp.69-75，2015
- 2) 緒方英彦，金田敏和，石神暁郎，周藤将司，凍結融解作用による開水路側壁の内部変状に対する目視調査および超音波試験の考察，コンクリート工学年次論文集，Vol. 34，pp. 892-897，2012

表1 側壁上部と下部におけるRGB値の比較

	RC 開水路側壁上部				RC 開水路側壁下部			
	R	G	B	Ave	R	G	B	Ave
1	12	206	89	102	70	211	53	111
2	93	166	112	124	182	93	149	141
3	101	135	82	106	64	155	112	110
4	101	153	97	117	25	106	109	80
5	59	186	109	118	33	112	129	91
6	15	207	108	110	13	106	119	79
7	76	161	93	110	12	105	160	92
8	17	229	76	107	12	52	126	63
9	32	212	76	107	49	141	117	102
10	141	192	62	132	25	103	110	79
平均	65	185*	90*	113*	48	118	118	95