

立命館大学大学院理工学研究科 学生員 ○中西 芳之
立命館大学理工学部 正員 深川 良一
(財) 鉄道総合技術研究所 正員 小西 真治
京都大学大学院工学研究科 正員 建山 和由
豊菱産業 (株) 正員 毛利 豊重

1. はじめに

近年トンネルや高架橋などの構造物における劣化が進展し、通行する車両等に危険が及ぶ可能性が増大してきている。こうした構造物の劣化を検査する技術としては、従来打音検査、超音波検査等が用いられてきた。今回注目した導電塗料によるひび割れ検知システムも直接人手に頼らず構造物の変状を観察できる手法の一つであり、従来の検査方法と比較して次の特徴が挙げられる¹⁾。1)簡易・確実にひび割れを検知できる、2)常時検知が可能である、3)安価である。この技術は最近研究され始めたばかりであり、その物理的性質の確認はまだ十分ではない。よって本研究ではひび割れ検知システムとして導電塗料が使用された場合に塗料が示すと予想される物理的性質・挙動について検討した。

2. 導電塗料とは

導電塗料は、導電性フィラー(カーボン粉末)と合成樹脂等のバインダ、溶剤、添加剤から成り、硬化により導電性を示す。今回使用したのは L13-A(固形分：33.06%、粘度：0.45Pa・s、pH：8.8、抵抗値：29Ω・sq)と L13-B(固形分：35.63%、粘度：0.49Pa・s、pH：7.7、抵抗値：124Ω・sq)の2種類である。

3. 導電塗料によるひび割れ検知システムについて

構造物表面に導電塗料を塗装し通電を行い、導通状態を計測器で遠隔的に集計する。もし構造物表面に有害なひび割れが発生した場合、そこに塗装されている塗装膜も破断し絶縁状態となる。計測器で絶縁状態を検知し有害なひび割れが発生したものと判断する。

4. 実験概要と結果および考察

1)乾燥特性 塗料はある程度乾燥した後にその導電性を発揮するため、

施工の際、塗布後どの程度の時間で乾燥し、安定するかを確認するために、質量および抵抗の変化を塗装ごとに測定した。マスキングテープによって塗装幅の調整を行い、塗装直後、10、30、60、120、180、300 分後、24 時間後の質量、抵抗値を測定する。塗装条件は表 1 の通りである。サンプル数は各塗装条件(6 種)につき 6 個、塗料 2 種ごとに実施、総サンプル数は 72 個である。図 1 にその結果の一例を示す。図中 m_{24} は、試験開始から 24 時間後の質量を表す。質量の変化は、各塗料とも塗布後 180 分程度でほぼ一定となり、塗布後数時間で質量の変化はほとんどなくなることが分かる。乾燥に要する時間は気温と湿度に影響を受けると考えられるが、少なくとも、塗布後 1 日程度の養生期間を与えれば十分だと判断できそうである。

表 1 乾燥特性調査試験における塗装条件

塗装幅 (mm)	10	20	30	20		
塗装厚 (mm)	0.05 前後			0.05 前後	0.075 前後	0.115 前後

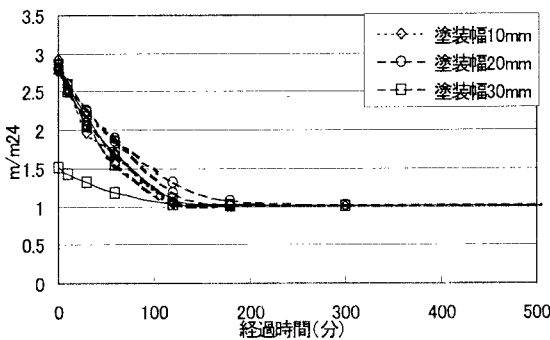


図 1 乾燥特性試験結果の 1 例：塗料 L13-A

2)断面形状と抵抗値の関係 塗装幅と塗装厚を調整することによって、抵抗値をどの程度までコントロールできるかを確認するため、一連の試験を実施した。塗装条件並びにサンプル数は乾燥特性試験と同様である。図2にL13-Bにおける試験結果の一例を示す。塗装幅が10mmに関しては、塗装幅が広がるほど抵抗値が収束する傾向を示す。実務を考えれば20mm程度以上は必要であると結論できそうである。塗装幅が狭いほどばらつくのは、塗料中の導電性フィラーの不均質な分布の影響を受けやすいためだろう。塗装厚を調節した場合を図3に示す。塗装厚の増大に伴い抵抗値は減少し、ほぼ塗装厚と一意的な関係を有しているようだ。L13-Aでは図2, 3の傾向は若干ばやけているものの、ほぼ同様の傾向を示した。

3)引張破壊試験 覆工コンクリートに発生するひび割れで、有害なひび割れ幅は、一般に0.3～0.5mm程度であると言われている¹⁾。ここでは、導電性を失う塗料の限界ひび割れ幅と塗装厚の関係を検討するため、一軸試験機を用いた引張試験を行った。塗装の母材として樹脂材(角棒・寸法45mm×20mm)を用い、サンプル数は塗料2種類に対して30個ずつ、計60個である。図4に結果の一例を示す。図を見ると、若干ばらついてはいるものの塗料の塗装厚が大きくなるにつれて、限界ひび割れ幅も大きくなる傾向を示す。よって、塗装厚を変化させることにより検知すべきひび割れ幅に応じた適切な検知システムが構築できることになる。例えば、塗装厚が薄いほど敏感な検知が可能となる。

5. 結論

①導電塗料の乾燥に要する時間は気温と湿度に

影響を受けると考えられるが、少なくとも、塗布後1日程度の養生期間を与えれば実用上十分である。

②今回実験した範囲内では塗装幅を20mm程度以上にすることにより抵抗値のばらつきを抑えることができる。

③塗装厚と抵抗値にはほぼユニークな関係が見られる。塗装厚が大きくなるにつれて、限界ひび割れ幅は大きくなる傾向を示す。

参考文献

- 1) 岡田岳彰、小西真治、毛利豊重、建山和由：導電塗料を用いたひび割れ検知システムの研究、土木学会第56回年次学術講演会講演概要集、2001.
- 2) 今井丈夫：機能性コーティング、日刊工業新聞社、pp. 158-160、1986.

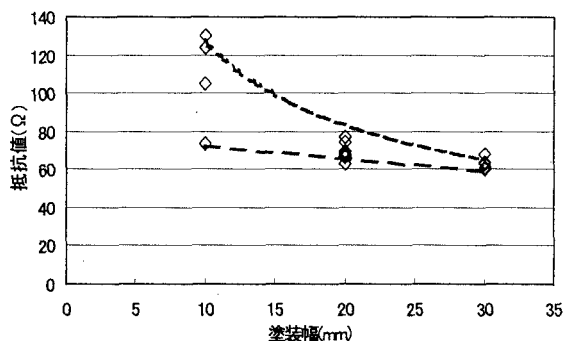


図2 断面形状と抵抗値の関係の1例：塗料 L13-B

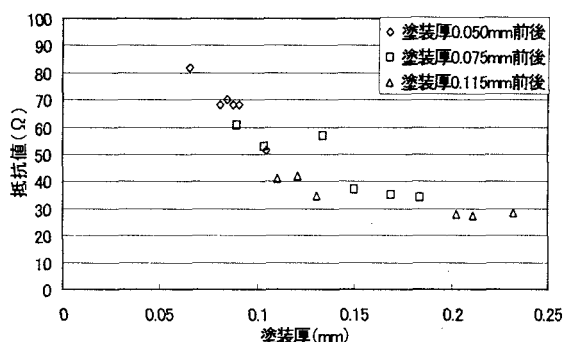


図3 断面形状と抵抗値の関係の1例：塗料 L13-B

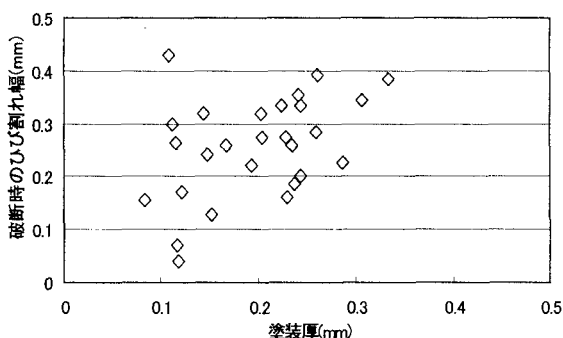


図4 塗装厚とひび割れ幅の関係の1例：塗料 L13-A