

導電性塗料を使用したコンクリート表面のひび割れ検知に関する基礎的研究

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○清木 武尊
 芝浦工業大学 正会員 勝木 太
 芝浦工業大学 正会員 矢島 哲司

1. 研究背景と目的

耐久性向上を考えた技術開発が行われている中でひび割れ検知のモニタリングに関して、目視、赤外線法、超音波法、光ファイバ等があるが、簡便性、迅速性は十分ではなく数多くの研究がなされているのが現状であろう。本研究ではコンクリート表面に導電性塗料を塗装し、ひび割れ発生時に抵抗値が急増することに着目し、ひび割れ検知の可能性に関する基礎的実験を行った。

2. 実験概要

・導電性塗料の特性評価実験

導電性能の検証としてコンクリート表面に導電性塗料（市販品・溶媒：接着性塗料 溶質：黒鉛）を塗装し、塗装幅、長さ及び通電性を促すための炭素含有率を変えて、抵抗値の変化を測定した（表-1）。また塗装長さと導電性能との関係を検証するために、実構造物を想定して、幅 10mm、長さ 20mm の塗装を施し実験を行った。なお、本実験は全て刷毛により塗装し、塗装部には端子を設置して市販されているテストを使用して抵抗値（ Ω ）変化の測定を行った。

・角柱試験体によるひび割れ検知実験

ひび割れ幅と抵抗値の基本的関係の検証のために、 $10 \times 10 \times 40$ cm の角柱試験体中央部下縁に高さ 5cm の切り欠け（OHP シート：厚さ約 0.1mm）を設けて曲げ試験によってひび割れを 1 本発生させた。5,10,20,40mm 幅の塗装を側面 A に、全面塗装を側面 B に、長さを両面 100mm、また炭素含有率は 30% に統一して実施した。

・梁試験体によるひび割れ検知実験

複数のひび割れが発生する梁試験体を用い、塗装幅 10mm、長さ 2100mm、炭素含有率 20% とし、ひび割れ発生位置の特定を考え、等間隔に 5 つの端子を設置したもの（図-1 の～）を両面に 2 本ずつ塗装した。また図-1 に試験体断面諸元と塗装箇所および測定時のひび割れ分布を示す。

・床版試験体によるひび割れ検知実験

複雑なひび割れ性状を想定し、床版試験体（ $1000 \times 800 \times 50$ mm）の底面に幅 10mm、炭素含有率 20% で統一し、2 方向のひび割れを検知するために、斜めに塗装を施した。図-2 に試験体塗装方法と測定時のひび割れ分布を示す。

表-1 炭素含有率と塗装幅

炭素含有率	塗装幅
0～50%	5,10,25,50,75,100mm

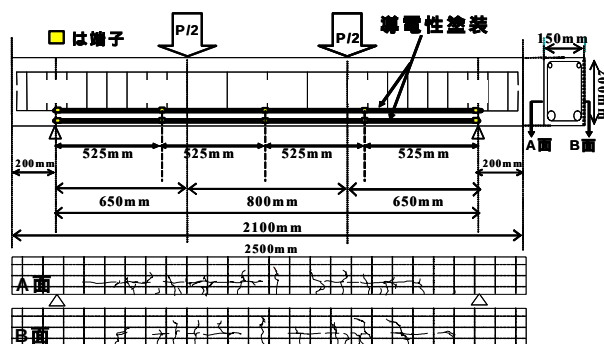


図-1 梁試験体塗装箇所と測定時のひび割れ

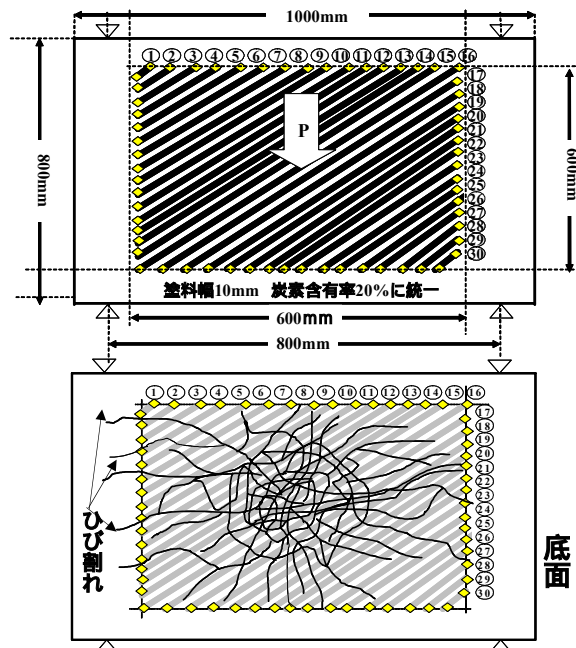


図-2 床版試験体塗装方法と測定時のひび割れ

キーワード ひび割れ、ひび割れ検知、導電性塗料、モニタリング

連絡先 〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 TEL 03-5476-3054

3. 実験結果および考察

・導電性塗料の特性評価

各塗装幅における炭素含有率と抵抗値のグラフを図-3 に示す。炭素含有率が 20% ~ 30% で塗装幅の違いにもかかわらず最も抵抗値が小さく、通電性が良くなっている。また、図-4 は長さ 20m における距離と抵抗値の関係であるが、直線関係にあり、抵抗値も小さく距離の限界に関しては実構造物への適応の可能性が示せた。

・角柱試験体によるひび割れ検知実験

切り欠け部を設けた角柱試験体の、各塗装幅におけるひび割れ幅と抵抗値のグラフを図-5 に示す。ひび割れ幅の増加に伴い抵抗値がわずかに増加するが、ひび割れ幅 0.175 mm ~ 0.3 mm において抵抗値が急激に増大し、初期抵抗値と比較して約 1000 倍の値を示した。このことから、一般的に耐久性に影響を及ぼすと考えられるひび割れ幅 0.1 mm ~ 0.3 mm の間のひび割れ検知の可能性が示された。また、塗装幅は小さい方が感度が良くなり、塗装幅は 20 mm 以下が適当と考えられる。

・梁試験体によるひび割れ検知実験

梁部材におけるひび割れが 14 本発生した際の最大ひび割れ幅と抵抗値を比較した結果を図-6 に示す。最大ひび割れ幅が 0.2 mm ~ 0.225 mm で抵抗値が測定不能となった。このことから、複数のひび割れが発生した場合においてもひび割れ検知の可能性が示された。また、ひび割れ本数にかかわらず最大ひび割れ幅が抵抗値の急増に影響していることがわかった。

・床版試験体によるひび割れ検知実験

床版の中央点載荷を行った実験の結果を図-7 に示す。図-2 に示すように複雑にひび割れが発生した場合でも最大ひび割れ幅が 0.15 mm ~ 0.3 mm で、抵抗値が初期抵抗値と比較し約 1000 倍以上になったことから、複雑なひび割れが発生した場合においてもひび割れ検知の可能性が示せた。なお、抵抗値の急増時の最大ひび割れ幅にばらつきを生じているが、これは塗装厚さを均一に出来なかったことに起因すると考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲内で以下のことが明らかとなった。

・導電性塗料を用いたコンクリート表面において、複数の複雑に発生したひび割れにおいても一般的に耐久性に影響を及ぼすと考えられるひび割れ幅 0.1 mm ~ 0.3 mm の間のひび割れ検知が可能であることが示せた。

今後の課題として、塗装厚さ等を均一にする塗装方法をさらに検討する必要がある。

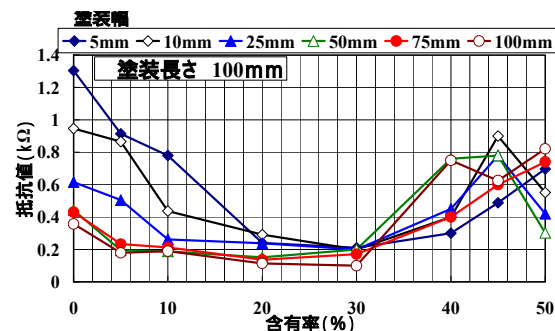


図-3 各塗装幅における炭素含有率と抵抗値

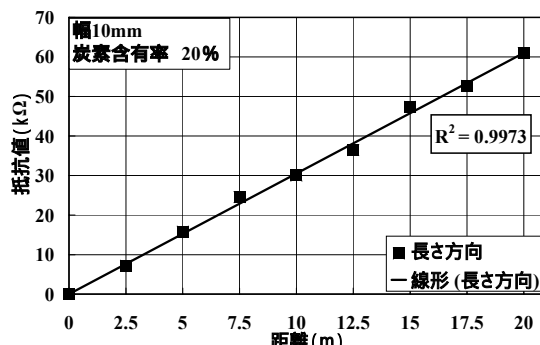


図-4 長さ方向における抵抗値の比較

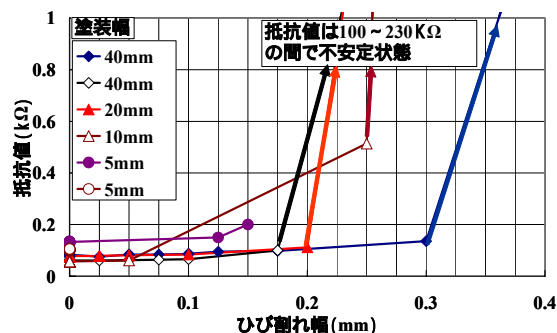


図-5 角柱試験体の各塗装幅におけるひび割れ幅と抵抗値

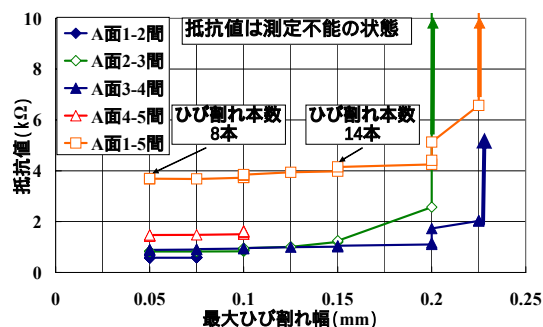


図-6 梁試験体の最大ひび割れ幅と抵抗値

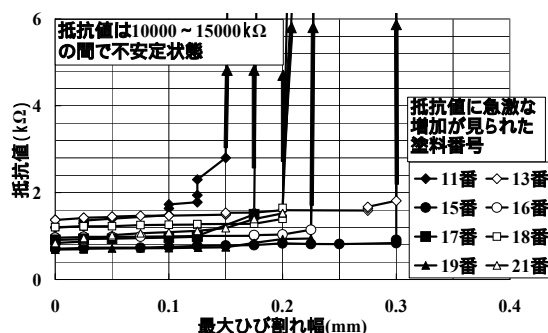


図-7 床版試験体の最大ひび割れ幅と抵抗値