

コンクリート表面のひびわれ評価に関する基礎的研究

呉高専 正員 市坪 誠 呉高専 正員 竹村和夫 呉高専 正員 山口隆司 香川大学 正員 小松孝二
北海道大学大学院 学員 迫井裕樹 呉高専 学員 丸岡弘晃 呉高専 学員 山根 浩

1. はじめに

構造物の主要材料であるコンクリートにおいて、安全性、耐久性といった要求性能を確保するために、躯体内部や表層部における欠陥やひびわれの早期発見が求められる。従来、ひびわれの調査はカメラを用いたフラッシュ撮影が行われており、人手と時間を有する作業であった。近年では、デジタルカメラやコンピュータシステムを活用した調査が行われているが、ひびわれ情報は高解像度のデジタルカメラを用いても十分取得できるとはいえない。そこで本研究では、ひびわれ抽出手法の基礎的資料を得るために、照明種類とその分光特性の違いがひびわれ抽出に及ぼす影響について検討を行った。つまり、市販されているデジタルカメラを用いてひびわれの演色性（光源によって色が変化する現象）を把握することに本件研究の特徴がある。

2. 実験概要

実験に用いたデジタルカメラ、照明の種類を表-1に示した。デジタルカメラは、ひびわれ調査におけるコスト及び操作性を考慮し、一般に用いられる解像度（画素数）のものとした。なお、撮影条件はマニュアル設定としている。照明は、分光特性がひびわれ抽出に及ぼす影響を評価するために、CIE（国際照明委員会）において標準とされる D₆₅ 光源に最も近い蛍光灯を選ぶとともに、分光分布が明確で光量が十分得られる高輝度 LED（赤色、青色、緑色）を選出した。それぞれのランプの分光特性を図-1に示した。

本実験では、割裂試験からひびわれ幅 0.02mm～0.5mm を有するモルタル供試体（4×4×16cm）を準備した。ひび割れ測定時の光源は試料表面の照度が一定（50lx）となるように設定した。デジタルカメラは試料表面から 30cm 離れた上部にひび割れ進行方向と並列に設置し撮影を行った。LED の光量及び撮影画角と認識ひび割れ幅の関係¹⁾より撮影距離を決定した。ひび割れ抽出には、試料表面の照度が均一である部分を分割し単純 2 値化のデータを用いた。

3. 実験結果および考察

8 種類のひびわれ幅の試料に対し、4 つの光源下で撮影を行った画像結果の例を図-2に示した。ひびわれ幅（図-2の左右方向）、ひびわれ長さ（上下方向）の状態が各光源で異なることが理解できた。特に赤色光源下でのひびわれ長

表-1 実験概要

要因	水準
デジタルカメラ	約 240 万画素
ひび割れ幅	0.02、0.05、0.08、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5mm
照明種類	D ₆₅ 蛍光灯 LED ランプ(青色、緑色、赤色)
画像処理方法	部分分割処理

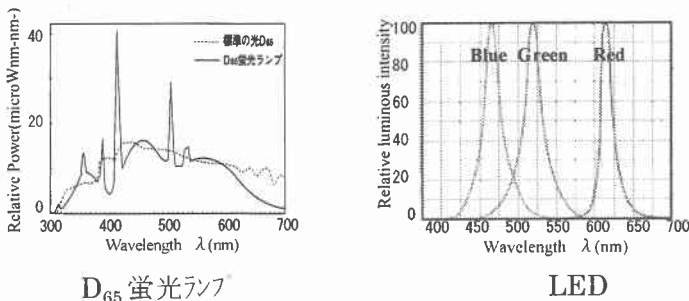


図-1 照明の分光特性

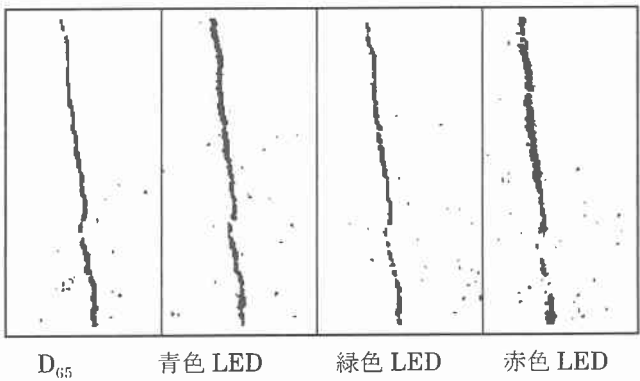


図-2 ひび割れ抽出画像の光源の差による影響

さは他の光源画像に対し途中切れた状態となった。青色と緑色の光源下のひびわれ画像はひびわれ性状を的確に表す傾向にあった。太陽光をイメージした D₆₅ 光源下での画像は、モルタル表面部で反射し表面の凹凸も画像内に表れることが理解できた。

画像内におけるひびわれ長さの抽出程度を理解するため、各ひびわれ幅における抽出率を図-3に示した。青色及び緑色下でのひびわれ長さは、0.1mm の微細なひびわれ幅で約 90%抽出するのに対し、長波長の赤色下では低い抽出率となり途切れた抽出性状となった。

光源の違いによるひびわれ抽出の程度を把握するため、ひびわれ中心部とその周辺部の色差を測定した(図-4)。これより、赤、青、緑の波長の光源下での色差は、D₆₅ 光源より大きくなる傾向にあった。特に中波長である緑の光源下では、他の光源より色差が大きくなる傾向にあった。また、ひび割れ幅と色差との間は比例する傾向にあった。

各光源下における画像内の見かけのひびわれ幅と実際のひびわれ幅の対応を図-5に示した。実際のひびわれ幅に対し、見かけのひびわれ幅は総じて大きく抽出された。特に、0.1mm 以下の微細なひびわれに対して青色や緑色の光源下では大きく抽出される一方、0.4mm 以上のひびわれ幅では赤色光源下での抽出率が他に比べて顕著となった。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示した。

- 1)青色と緑色の光源下のひびわれ画像はひびわれ性状を的確に表す傾向にあった。
- 2)0.2mm 以上のひびわれ幅において、ひびわれ長さは光源の差異がなく正確に抽出する傾向にあった。
- 3)緑色の光源下での、0.05mm から 0.3mm までのひびわれ幅は他に比べ色差が大きくなる傾向にあった。
- 4)ひびわれ幅の抽出率は、0.1mm 以下のひびわれに対して青色や緑色の光源が有効となるのに対し、0.2mm 以上では赤色光源が有効となった。

参考文献

- 1)(社)日本コンクリート工業協会編:コンクリート診断技術'01 基礎編、日本コンクリート工学協会、p.80-87、2001

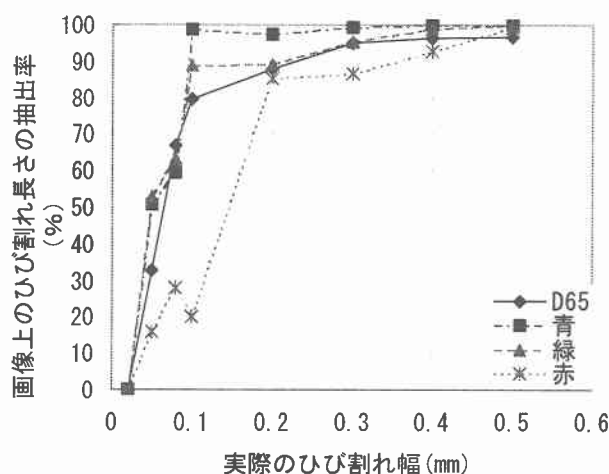


図-3 ひび割れ長さの抽出値

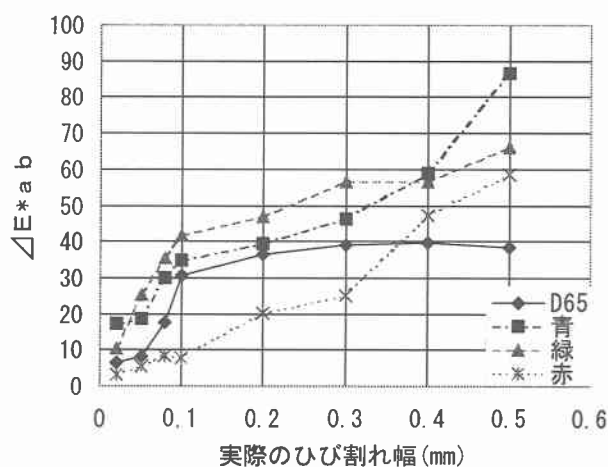


図-4 ひび割れ幅と色差の関係

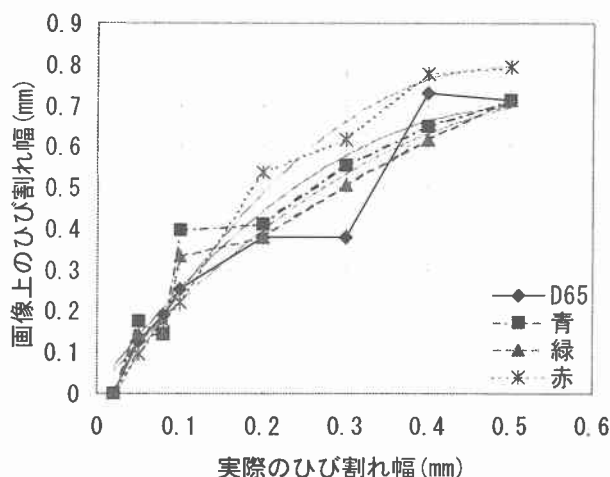


図-5 ひび割れ幅の抽出値