

# モアレを利用した変位計測システム

## Displacement Measurement System Using Moiré.

堀内 宏信 (ほりうち ひろのぶ)  
山形設計(株) 技術部長

### 1. はじめに

建設分野においては構造物や斜面の維持管理、あるいは安定性評価などの目的で、ひびわれなどの2点間の相対変位を長期に亘り定点観測するケースは少なくない。このようなひびわれなどの微小変位を対象に、離れた地点から画像撮影により計測を行う簡易な変位計測システムを開発したので、その概要を本稿にて紹介する。

### 2. 経緯と概要

これまで簡易な計測はクラックスケールなど、高精度の計測はひずみゲージなどで行うことが一般的であったが、前者は精度やばらつきが測定者に依存し、後者は測定レンジが狭いなどの問題があった。

近年デジタル画像を基にひびわれを計測する種々のシステムが提案されているが、画素数を数えることで距離を計ることを基本としているものが多く、画角と画素数の関係から市販のデジタルカメラで0.1mmの精度を確保するためには数十cm程度まで近寄る必要がある。

表-1 撮影距離と解像度<sup>1)</sup>

撮影距離	mm	100	300	500	1000	2000
画角	H mm	72	216	360	720	1440
	V mm	54	162	270	540	1080
画素数	H pix	4000	4000	4000	4000	4000
	V pix	3000	3000	3000	3000	3000
解像度	mm/pix	0.018	0.054	0.090	0.180	0.360

この方法で精度を2倍とするには4倍の画素数が必要となるので飛躍的な向上は難しく、また1画素より小さなひびわれは画像の明暗として存在を検知することは可能であるが、定量的な計測は一般に誤差が大きく難しい。

ここで撮影距離と精度の問題を解決するために、モアレ(moiré)に着目した。モアレとは周期性のあるパターン

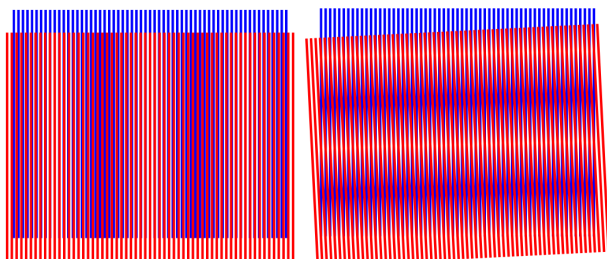


図-1 直線群で構成されたモアレの例

を重ねると干渉により生じる縞模様で、微小な変位をモアレの移動量として大きく拡大できる特徴がある。変位に対するモアレの移動量の拡大率は格子間隔や傾斜角をパラメーターとして設定可能であり、今回は一般的な道路トンネルを想定して高所作業車などを使わずにクラウン付近のひびわれを計測できるよう5~7mの距離から0.05mmの変位を計測することを目標に開発を行った。

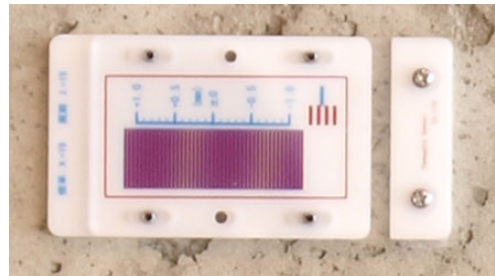


写真-1 計測装置(トンネル内・撮影距離3m)

本システムは、計測地点に設置する計測装置、デジタルカメラなどの撮影装置、画像データを補正しモアレの移動量から変位を算出する処理装置より構成されている。

計測の手順は、予め計測対象のひびわれなどに計測装置を設置し、これを離れた地点から撮影することで現場計測を行う。撮影角度の傾きにより撮影した画像は一般に台形状に歪んでいるため、処理装置により本来の長方形に幾何補正した後、モアレの移動量を読み取り拡大率で除することで最終的に計測対象の変位を求めている。格子を構成する個々の線分を識別できなくてもモアレの明暗パターンを判読できる解像度であれば計測は可能であり、実際のトンネルなどで行った計測実験では撮影距離7m、解像度0.64mm/pixelの条件で、目標とした0.05mmの変位の読み取りが可能であることを確認した。

### 3. おわりに

本システムを利用することにより、微小な変位を離れた地点からの画像撮影で計測することが可能となるので、現場計測の効率化や省力化、あるいは高所や危険な場所における安全な計測に貢献できるものと期待している。

#### 参考文献, 他

- 1) 1200万画素(4000\*3000pixel)、焦点距離50mm(35mm換算)として算出

(原稿受理 2010.3.18)