

(V-42) レーザ変位計を用いたコンクリート構造物におけるひび割れ方向予測の検討

○千葉工業大学工学部 学生会員 照屋了平
 千葉工業大学大学院 学生会員 室川 学
 千葉工業大学工学部 正会員 伊東良浩
 千葉工業大学工学部 フェロー 足立一郎

1. はじめに

近年トンネルや高架橋などのコンクリート構造物におけるコンクリート片落下事故があいついで起きている。これらは打音法や超音波法等により、未然に劣化状況を把握し、補修、補強方法の検討が必要とされる。このような劣化状況を把握する方法の一つとして、ひび割れ方向の確認は重要であると考えられる。ひび割れの方向によっては早急な補修補強が必要であるからである。本研究では、レーザ変位計を用いてひび割れ発生方向の予測検討が可能であるか確認することを目的とする。

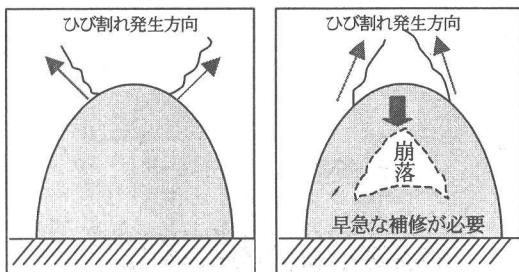


図1 ひび割れ発生方向による違い

2. 実験

2.1 実験概要

レーザ変位計をひび割れを有するコンクリート表面に対して、90度、±45度の3方向から照射し、レーザ方向とひび割れ方向の関係からひび割れが内部に向かってどの方向へどの程度傾斜しているか検討する。

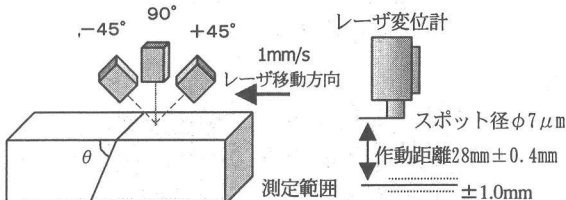


図2 レーザ変位計を用いたひび割れ角度予測

2.2 使用機材

本研究ではレーザ変位計をビデオモニタに接続し、画面上の波形データからひび割れを計測する。XY軸方向に移動させる為、直交型ロボット (FXYX) にレーザフォーカス変位計を取り付け使用した。また供試体 (40×40×160mm) はセメントペーストで作製し、曲げ載荷試験により測定用ひび割れ角度 (78°) を発生させた。

2.3 レーザ方向とひび割れ方向の関係

レーザを3方向から照射し、ひび割れを測定した場合、レーザ変位計の波形データは図3のようになる。図3に示される光量表示とは、変位計対物レンズに反射してくる光量を表示したものであり、受光量が測定対象物上で焦点が合ったときレーザは測定可能になる。ひび割れ方向とレーザ方向が同方向の場合、レーザがひび割れ進入直後からセンサが反射光を得られないため、ひび割れ部の光量表示は非表示となる。このようなレーザ方向とひび割れ方向の関係からひび割れ方向の予測を検討する。

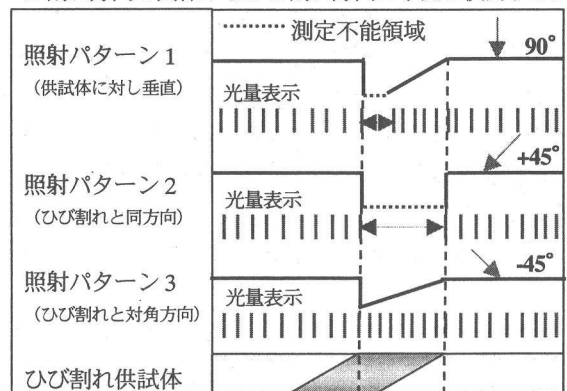
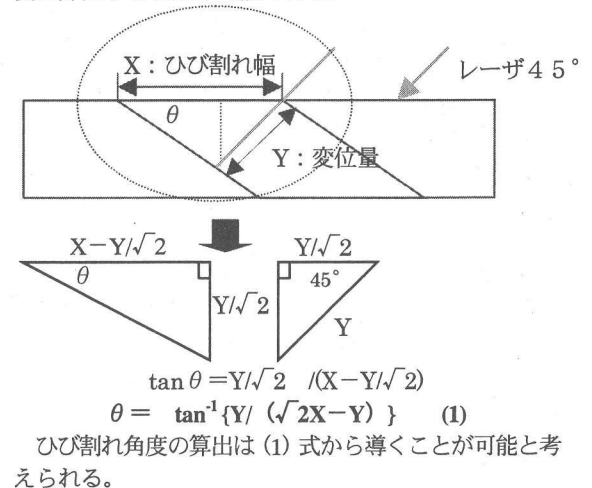


図3 変位計波形データ

2.4 ひび割れ角度の検討

レーザとひび割れ方向が逆の場合に実際にひび割れ角度を算出することが可能である。



キーワード: レーザ変位計、ひび割れ方向、ひび割れ角度

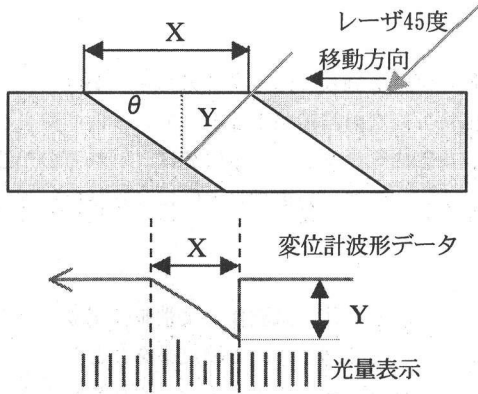
連絡先: 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学土木工学科 Tel 047-478-0440 Fax 047-478-0474

3. 実験結果

3.1 ひび割れ角度とひび割れ幅の関係

実際にひび割れ角度を計測した結果、ひび割れ角度の算出方法にはひび割れ幅のちがいで次のような2ケースあることが確認された。

Case I ひび割れ部進入直後レーザが測定可能

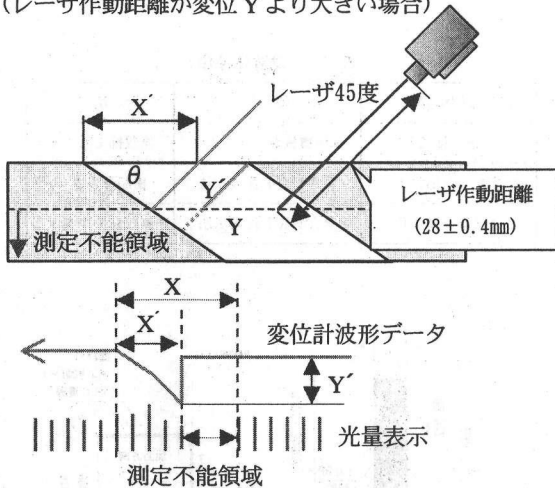


X, Y を次式に代入し角度を算出。

$$\theta = \tan^{-1}\{Y/(\sqrt{2X}-Y)\} \quad (1)$$

レーザがひび割れ部進入直後、計測可能な場合にはレーザ変位計の波形データは、Case I のように表示され光量表示には測定不能領域は存在しない。

Case II ひび割れ部進入直後レーザが測定不能
(レーザ作動距離が変位 Y より大きい場合)



X', Y' を代入し角度を算出

$$\theta = \tan^{-1}\{Y'/(\sqrt{2X'}-Y')\} \quad (2)$$

ひび割れ幅やひび割れ角度によって、レーザがひび割れ部進入直後、測定不能になる場合(変位 Y がレーザ作動距離より大きくなる場合)がある。Case II のように波形データの光量表示に測定不能領域が存在する。この場合ひび割れ幅 X から測定不能領域を引いた値 X' と X' の位置での変位量 Y' を (2) 式に代入し、ひび割れ角度を算出する。

3.2 測定結果

ひび割れ角度 78° の供試体を使用し、ひび割れ幅を変化させ計測した。結果を表 1 に示す。

表 1 ひび割れ角度計測結果

ひび割れ幅 0.4mm (Case I)				
	1 回目	2 回目	3 回目	平均
X (mm)	0.4	0.4	0.4	
Y (mm)	0.48	0.46	0.48	
θ	79.8	77.1	79.9	78.9
ひび割れ幅 0.8mm (Case II)				
	1 回目	2 回目	3 回目	平均
X (mm)	0.63	0.69	0.68	
Y (mm)	0.77	0.77	0.79	
θ	81.1	75.3	77.9	78.1
ひび割れ幅 1.0mm (Case II)				
	1 回目	2 回目	3 回目	平均
X (mm)	0.71	0.79	0.74	
Y (mm)	0.85	0.85	0.92	
θ	79.5	72.2	81.6	77.8

4. ひび割れ角度の三次元評価

直交型ロボットの座標データをプロットすることによりひび割れ形状を三次元的に評価した。

表 2 座標データ

Point	X 1	X 2	X	Y 座標	ひび割れ角度 θ
1	19.90	20.79	0.89	0.00	80.51
2	20.07	21.06	0.99	3.18	70.57
3	20.18	21.17	0.99	6.06	76.08
4	20.33	21.12	0.79	9.08	79.92
5	20.36	21.35	0.89	12.03	77.40
6	20.54	21.53	0.99	15.07	76.53
7	21.14	22.16	0.99	18.01	74.28
8	21.28	22.15	0.88	21.08	81.29
9	21.27	22.27	1.00	24.04	74.54

X1: ひび割れ進入前座標 X2: 進入後座標 X: ひび割れ幅 (mm)

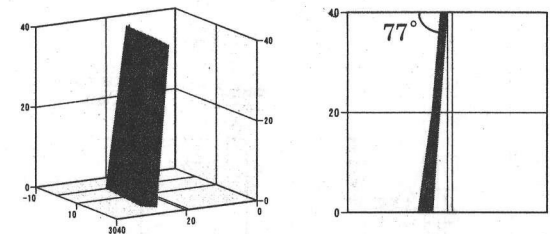


図 4 ひび割れ角度の三次元評価

5. まとめ

コンクリート構造物のひび割れに関して、レーザ変位計を使用しひび割れ発生方向及び初期ひび割れ角度の計測が可能であると考えられる。レーザ作動距離が長ければ、より正確な計測が可能となる。ひび割れと同方向へのレーザ照射により行うひび割れ深さ予測の検討においても、レーザ作動距離が大きく影響すると考えられる。