

## 光ファイバセンサを利用したコンクリートの施工管理技術

西松建設株式会社 正会員 ○高木 雄介 正会員 椎名 貴快  
神戸大学 正会員 芥川 真一

## 1. 目的

コンクリート打設段階において、狭隘で鉄筋量の多い箇所は締固めしにくく充填不良になる場合があり、このような箇所は目視での確認が困難である。センサ等での確認が望ましいが、他の障害とならないよう細く小さいセンサが求められている。また、コンクリートの凝結タイミングは、コンクリートの打ち重ねや仕上げ時期、脱型時期の予測の目安ともなり、施工管理において重要な役割を果たしている。そこで本研究では、ファイバ先端部の変状を捉えやすい、光の反射 (Reflect) と屈折 (Refract) を利用したプラスチック光ファイバセンサである RR センサ<sup>1)</sup>を用いて、コンクリートへ埋設した際のセンサの反応について検討を行った。

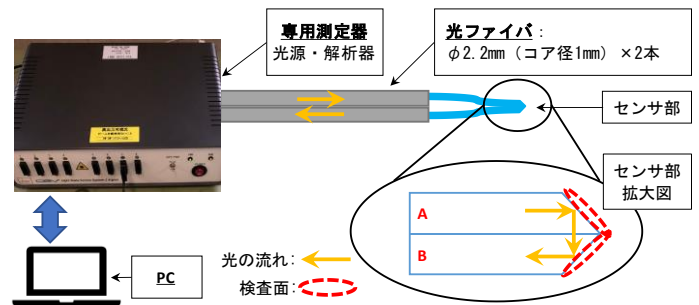


図-1 試験装置概要図

## 2. 装置の概要

## 2.1 計測装置

図-1 に本装置の概要図を示す。光源、分析を兼ねたデータロガーを用いて、1点につきコア直径 1mm のプラスチック光ファイバ 2 本を用いて計測を行った。本装置は、光の強度、明度、彩度等を計測可能であるが、本研究では光強度に着目して計測を行った。

## 2.2 光ファイバセンサ

光ファイバセンサは図-1 内の先端部拡大図のように先端が 45 度にカットされたファイバ 2 本を組み合わせ作製されている。本センサは測定器より送られる光を、45 度にカットされたファイバ A 先端から検査面での反射・透過の影響を経た後に、同じく 45 度にカットされたファイバ B により検出し、測定器にて光の解析を行うことで、先端部の変状を認識するセンサである。

表-1 配合表および試験結果

No.	W/C (%)	単体量 (kg/m <sup>3</sup> )				遅延剤 (%/C)	凝結時間 (h : mm)		24h後 ブリーディング率 (%)
		W	C	S	G		始発	終結	
1	51.5	179	348	792	951	-	5:59	7:54	0.93
2						0.10	6:31	8:31	1.23
3						0.30	8:53	10:57	1.25
4						0.40	11:03	13:11	1.84

## 3. 試験方法

凝結時間を遅延剤によって 4 段階に調節したコンクリートを、凝結試験 (JIS 1147) と光センサでの試験を同時に行い、光センサとの反応を比較した。

表-1 に配合、図-2 にセンサ設置位置を示す。練り混ぜ時は性状試験を行うため粗骨材を混入させたが、凝結試験および光センサ試験では、粗骨材をふるいで取り除いた試料を用いて試験を行った。

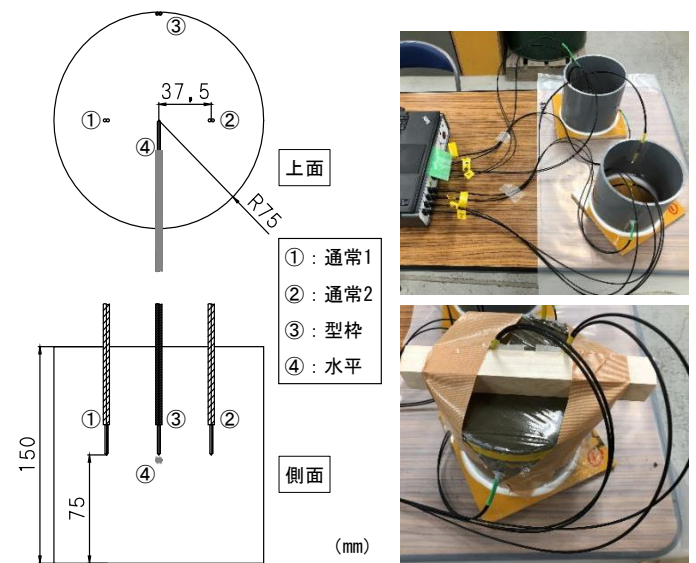


図-2 センサ設置位置および試験状況

キーワード 光ファイバ コンクリート 充填管理 凝結

連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門一丁目 17 番 1 号 虎ノ門ヒルズビジネスタワー7 階  
西松建設(株)技術研究所 TEL. 03-3502-0249

## 4. 試験結果

### 4.1 設置位置の影響

図-3 に配合 No.2 における各測点での光強度の変化について示す。光センサはコンクリートの打ち込み後、図中①～③のように変化することを確認した。これは図-4 のように検知側ファイバへの光の流入量が増加したため、このような反応になると考えられる。

①～②の反応は、センサが大気中に存在する状態からコンクリートが接着するタイミングを示しており、②の状態に移行したタイミングは、コンクリートがセンサ部まで充填されたタイミングと言える。

③の反応は、充填状態である②から、ファイバ端面とペーストとの間に空隙が生じることにより、光の屈折・透過特性が再度変化し、光量が増加したため、このような反応を示すものと考えられる。

設置位置では、容器の淵に設置したセンサが最も早く反応し、水平に設置したセンサが最も反応が遅く、鈍い反応を示している。これはセンサ先端のブリーディングに伴う空隙の生成が、水平方向に設置した場合に影響しにくいからである。

### 4.2 凝結試験との比較

図-5 に各配合における、容器中側に設置した2本の光強度の変化を示す。遅延剤の添加量を増加させた No. の大きい配合になるにつれて、図-3 で示した③の反応が遅れていることが確認できる。次に、凝結試験と図-5 での③の反応タイミングとの関係を図-6 に示す。凝結と光センサの反応には高い相関性が確認され、光センサの反応から凝結を予測することが可能であるといえる。

## 5. まとめ

本研究はプラスチック光ファイバを利用して、ファイバ先端部がコンクリートに接着した際の光の反射・屈折の変化を測定した。コンクリートの充填を検知しつつ、同じセンサを用いて凝結を予測できる可能性が十分にあり、今後、建設分野でも利用できる価値があると考えられる。

## 参考文献

1) 田中良明, 芥川真一: 光の屈折率に着目した物質相変化モニタリングに関する基礎的研究, 土木学会第73回年次学術講演会, 平成30年8月

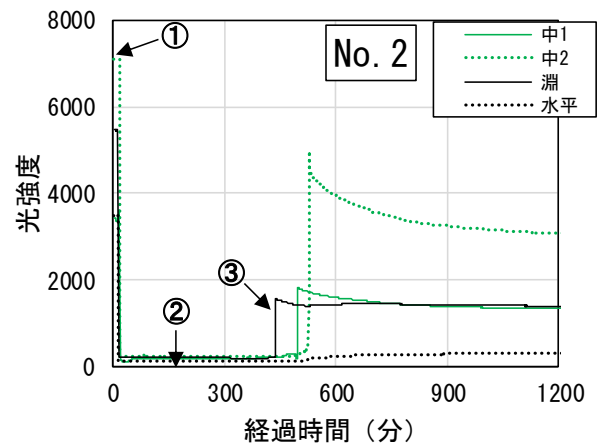


図-3 光強度変化図 (配合 No. 2)

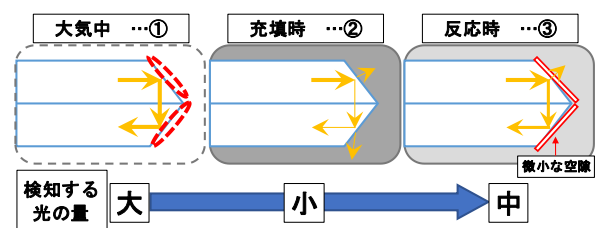


図-4 センサ反応メカニズム

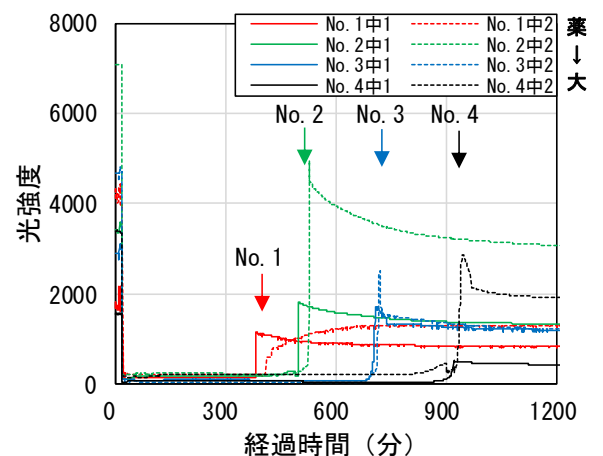


図-5 各配合における光強度変化図

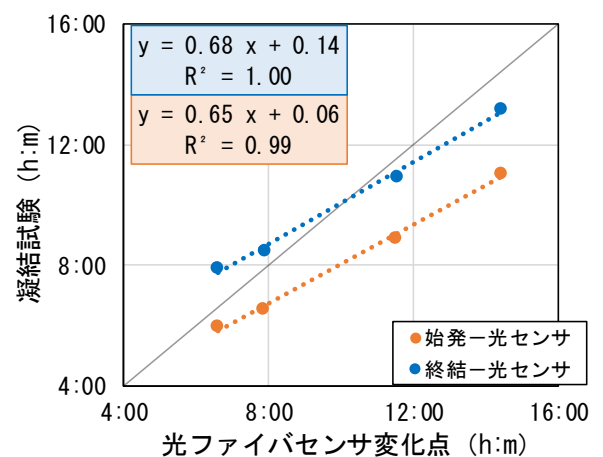


図-6 凝結—光センサ関係図