光ファイバーを用いたコンクリート充填検知技術の開発（その１）
－要素実験による光ファイバーの適用性検討－

（株）錢高組　　正会員　○ 角田 晋相
（株）錢高組　　正会員　　原田 尚幸

１．はじめに

コンクリート構造物の施工において、ジャンカや未充填箇所の発生を防止するため、型枠内に充填検知センサーを埋め込み、コンクリート打設時の充填確認がよく行われる。一方、計測技術では、プラスチック製光ファイバー（POF）を用いて光の状態をセンシングするシステムが開発され実用化されてきている[1)2)]。

そこで、コンクリート打設時の充填状況を検知する手法として光ファイバーによるセンシング技術に着目し、実施工への適用性について検討した。ここでは、POF を用いたセンサー（以下、POF センサー）の形状選定とファイバーケーブルの特性を把握するために実施した要素実験について述べる。

２．技術の概要

光ファイバーによるセンシング技術の概要を図-1 に示す。センサーは 2 芯のファイバーケーブルで構成され、計測システムはセンシング部における物体の反射や透過による光の強さ（光強度）を測定することで状態を確認する技術である。

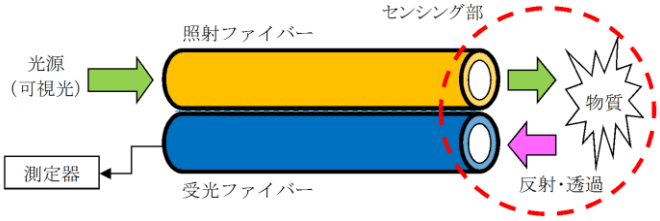

図-1　光ファイバーによるセンシング技術の概要

図-2 にコンクリート充填検知用に検討した POF センサーの概要を示す。センシング部の形状は、互いの光ファイバー先端を対向させて配置する構造とした。

充填の判定方法は、光源を与えた照射ファイバーの先端から放たれる光がコンクリートの充填で遮られることにより、受光ファイバー側での光の検出がなくなることで行う。

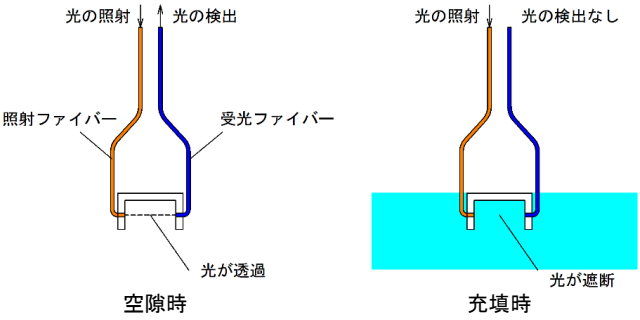

図-2　POF センサーの概要

POF センサーを写真-1 に示す。センサーのセンシング部には、コンクリート打込み時の飛散や流動等による付着を防止するため、撥水コートを施した。

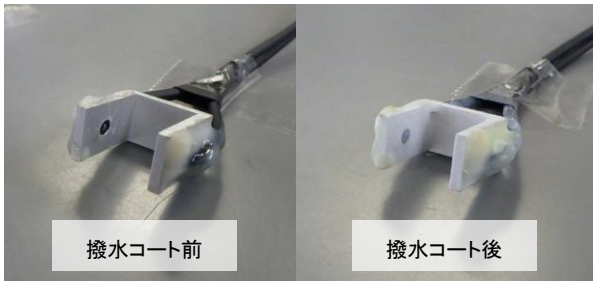

写真-1　POF センサー

３．要素実験

実験に使用したセンサーの材料諸元を表-1 に示す。センサーに用いる POF は、ガラス製光ファイバー（GOF）に比べて軽量で曲げに強いという特徴があり現場での適用性が高い。しかし、POF は伝達損失が大きく長距離伝送に向かないといった課題がある。

また、塗布する撥水コート剤に半透明のものを用いた場合、透過時に光強度が低下する。

そこで、センシング部の透過距離およびファイバーケーブルの長さによる光の検出能力を把握するため室内での要素実験を行った。

表-1　センサーの材料諸元

材　料	種　別	仕　様	性　能
ファイバーケーブル	POF	ファイバー/被覆外径 1.0 / 2.2 (mm)	伝達損失 ≦0.18 dB/m
撥水コート剤	Type-A	半透明（乳白色）	接触角 170°
	Type-B	透明	接触角 100°

キーワード　光ファイバー、品質管理、充填確認

連絡先　　〒102-8678　東京都千代田区一番町 31　（株）錢高組　TEL:03-5210-2440　FAX:03-5210-2461

実験では、透過距離とケーブルの長さを因子にとり、空隙の状態で検出できる光強度を計測した。光強度計測実験の概要を図-3 に示す。実験は、周囲からの光の影響を遮断するため、センシング部を暗所に設置して光強度の計測を行った。

センシング部の形状および光強度計測の実験ケースを図-4、表-2 に示す。光強度の計測では、センシング部に塗布する撥水コート剤は、表-1 に示す Type-A（半透明）を使用し、撥水コートによって受光する光強度の低減量を確認した。

撥水コート塗布後のセンサーにおける光強度の計測結果を図-5 に示す。センシング部の透過距離については、間隔が広くなるに従い受光する光強度が小さくなり、12mm から 18mm にかけては大きく低下した。実際の現場では、ケーブル長が数十 m 程度必要になる場合も想定されるため、ケーブル長が 45m においても光強度が十分検出できている透過距離 12mm を採用することが望ましいと考えられる。

撥水コートによる光強度の低減を図-6 に示す。受光する光強度の比率は透過距離に応じて小さくなる傾向にあるが、平均すると、撥水コートにより光強度は 26.5%に低減することが確認できた。

また、2 種類の撥水コート剤に対し、一部撥水コートを施した試験片を生コンクリートに挿入する実験を行い、撥水コートの効果を確認した。実験後の試験片の状態を写真-2（Type-A）、写真-3（Type-B）に示す。接触角 170° の Type-A には、生コンクリートの付着が見られなかったが、接触角 100° の Type-B では部分的に付着が見られた。

４．まとめ

実験の結果、POF では伝達損失が大きいため、現場への適用性を考慮すると、センシング部の透過距離は 12mm 程度にすることが望ましいといえる。

接触角の小さい撥水コート剤では部分的な付着があるため、コンクリートの充填実験により実用性を検証する必要がある。

【参考文献】

1) 角田ほか：光ファイバによる PC グラウト充填確認の適用性、土木学会第 69 回年次学術講演会、V-038、pp75-76、平成 26 年 9 月

2) 角田ほか：光ファイバーによるグラウト充填検知技術の開発、プレストレストコンクリート工学会第 24 回シンポジウム論文集、pp.361-364、2015 年 10 月

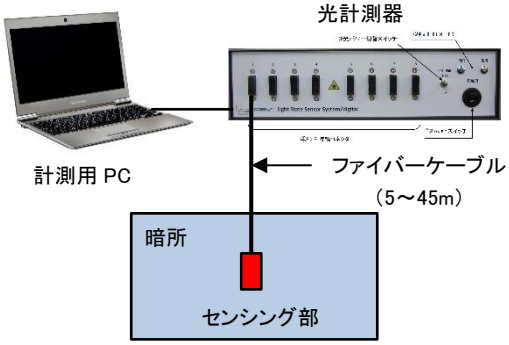

図-3　光強度計測実験の概要

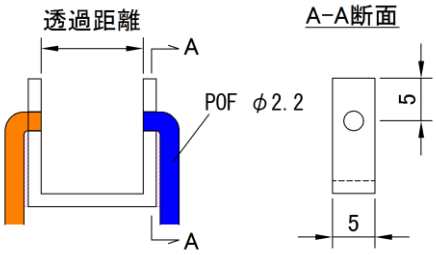

図-4　センシング部の形状

表-2　実験ケース

透過距離 (mm)	ケーブル長 (m)	撥水コート
12	5 , 15 , 30 , 45	無 / 有
18	5 , 15 , 30 , 45	無 / 有
21	5 , 15 , 30 , 45	無 / 有
25	5 , 15 , 30 , 45	無 / 有

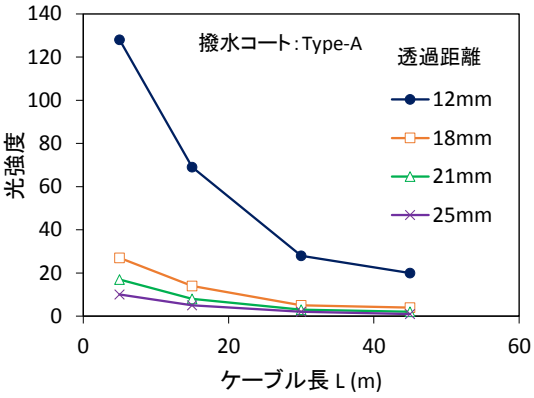

図-5　光強度の計測結果

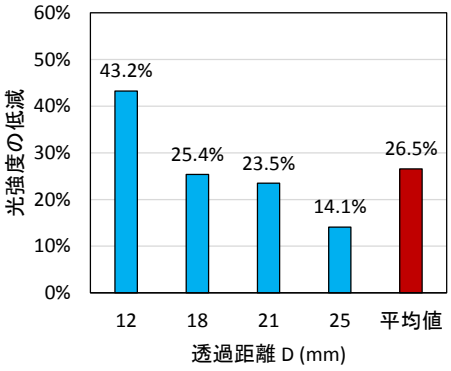

図-6　撥水コートによる光強度の低減

写真-2　Type-A の試験片

写真-3　Type-B の試験片