# 光ファイバセンサによるアスファルト構造物のひずみ計測技術の開発(その2) 一屋外試験による実証一

北海道電力㈱ ○高橋 行彦,水野 秀太郎鹿島建設㈱ 今井 道男,三浦 悟,鈴木 肇

#### 1. はじめに

アスファルトや地盤等の低剛性な構造物のひずみモニタリング に対して適用可能なケーブルセンサを開発した(図1)。本ケーブ ルは,光ファイバ芯線(外径0.9mm)を接着性樹脂(外径5mm) で被覆したもので,ケーブルに沿ったひずみの分布を計測するこ とができる。本稿では,開発したケーブルセンサをアスファルト 舗装内に適用した屋外試験について報告する。本試験では,分解 能を任意に選択でき,高い位置分解能でのひずみ分布計測可能な BOCDA 方式<sup>1)</sup>を採用した(本試験で位置分解能約60cm)。

## 2. 舗装桁による屋外試験

開発したセンサをアスファルト等の低剛性材料への適用に関し て実用化することを目的に,屋外で室内試験よりも規模を拡大し て,10m 長のアスファルト舗装桁(図 2)を施工し,桁端部に変 位量を与えながらひずみ分布計測を実施した。

舗装桁の施工は、まず10m長のH型鋼(150×150)を14本敷 き並べ、プレートを横流し一体化した桁を製作した(図3)。プレ ートとボルトは桁の固定とともに、上面のアスファルト舗装との 一体性を向上させる役割をもつ。桁表面に厚さ50mmのアスファ ルト舗装を施工し、その表面に開発したケーブルセンサを設置し た。センサの設置前にはアスファルト表面に接着剤(溶剤型エラ ストマー系:ニチレキ製カチコートX)を塗布し付着力を増すと ともに、センサ表面にはアスファルトモルタルを覆い保護した(図 4)。その後、さらに厚さ50mmのアスファルト舗装を施工した。 アスファルト舗装された桁は、固定部となる基礎コンクリートと、 支点部となる伏せたアングルの上に架設した。基礎コンクリート 側の桁端部はアンカーで固定し、張り出した側の桁端部は下から 角材で支えた(図5)。アスファルト舗装中心部に埋込まれたケー ブルセンサの参照用として、H型鋼の上フランジ下面とアスファ ルト表面にはひずみゲージを貼付した。

ひずみ分布計測時には、張り出した端部を支える角材の高さを 変えながら、桁自重によってアスファルト舗装に曲げ引張ひずみ を与えた。段階的に桁端部の変位量を増やしながら、光ファイバ センサでひずみ分布を計測し、参照用のひずみゲージと比較した。

なお,アスファルト舗装の施工を通じて,ケーブルセンサに断 線はみられず,有意な光の透過損失量の変化はなかった。



図2 屋外試験の構成



図3桁の組立て



図4 アスファルトへのセンサ設置



図5 アスファルト舗装桁の架設完了後

キーワード 光ファイバセンサ,ひずみ計測,アスファルト,屋外試験,BOCDA 連絡先 〒067-0033 北海道江別市対雁2-1 北海道電力㈱ 総合研究所 火力・土木技術G TEL 011-385-6324

-3-

### 3. ひずみ計測結果

張り出した桁端部の変位量を強制的に増やしながら,図 6~8 に示すひずみ分布計測を行った。このときのアスファルト舗装温 度は,約+2℃であった。図6はH型鋼部のひずみゲージの結果で ある。支点を中心に曲げに応じて増大する最大約+300×10<sup>-6</sup>のひ ずみ分布を確認した。図7はアスファルト表面のひずみゲージの 結果である。ここでも徐々に増大する三角形の曲げモーメント形 状を示すひずみ分布を確認した。また,桁端部の変位量を戻した 際(図中変位量 3.0mm 時データ)に,圧縮ひずみを示している。 これは,桁の曲げを段階的に与えたにも関わらず,急激に元の位 置に戻したために,アスファルト舗装が追従しきれなかったこと が原因と考えられる。図8はアスファルト内部の光ファイバセン サの結果である。1.2m位置付近でばらつき(図中スパイク状の振 れ)がみられるが,支点で最大約+700×10<sup>-6</sup>のひずみ分布を得た。

図8で散見された光ファイバセンサによるひずみ分布のばらつ きは、BOCDA 方式の高い位置分解能によりアスファルト内部の 局所的な僅かな状態変化を大きなひずみ変化として捉えていると 考えられ、アスファルト舗装としての挙動とは直接的には関係な いと推察される。そこで、そのばらつきを抑えるための処理方法 を検討した。ここでは、各計測点前後5データのうち、最大と最 小1データずつを除く3データの平均値を採用した。本処理の結 果得られたひずみ分布を図9に示す。ひずみ分布はばらつきが抑 えられた連続的な変化を示し、処理の効果が確認できた。

ひずみゲージを貼付したH型鋼とアスファルト表面のそれぞれ の位置と計測結果を内挿することにより,アスファルト内部のセ ンサ位置のひずみを算出することができる。そこで算出された結 果と,処理後の光ファイバセンサの結果を比較して,図10に示す。 アスファルト内部に埋込まれた3本すべてのケーブルセンサの結 果は,ひずみゲージからの算出ひずみとほぼ一致した。このとき の両者の差の標準偏差は,34~56×10<sup>-6</sup>であった。

### 4. まとめ

分布型光ファイバセンサの適用拡大に向け,実用化技術を中心 にアスファルト等の低剛性材料を対象としたひずみ計測技術を開 発し,屋外環境下での模擬試験にてその有用性を確認した。今後, ケーブルセンサの精度等のさらなる検証のために異なる温度条件 下で試験を繰返すとともに,求められるモニタリング事象を確実 に捉えることができる処理技術の高度化に努めていきたい。

本研究を進めるにあたり, BOCDA 方式ひずみ計測技術に関し てご指導いただいた東京大学保立和夫教授に謝意を表します。

# 参考文献

 今井道男ほか, BOCDA 方式光ファイバセンサによる構造モニタ リング実験,土木学会第58回年次学術講演会,6-348





