

センサ利用技術小委員会活動報告

福島 博文¹

¹ 株式会社 建設技術研究所

(〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1)

E-mail : h-fukusm@ctie.co.jp

センサ利用技術小委員会は、平成22年2月に設立され、同年4月から活動を開始した。活動目的は①土木分野におけるセンサ利用のあるべき姿、標準化、費用対効果、市場性等に関する議論を行い提言として公表する。②センサに関する技術情報、利用情報を収集、整理し、センサに関するポータルサイトの運用を通じて狙い・分野・技術などを特化した専門的な情報を提供する。③個別のセンサ利用に関する土木分野の要求仕様を取りまとめるとともに、利用指針を策定して公表する、の3項目である。本年度は主に「社会インフラのためのセンサ標準化ガイドラインおよび運用の手引き」策定に向けた検討を進めた。

Key Words : sensor, standardization, portal site

1. はじめに

土木情報学委員会では、時代に即した研究テーマを選定するために、平成21年1月に幹事会の中に課題検討タスクフォースを設立し指定課題の検討を行った。センサ利用技術小委員会は、このタスクフォースで答申された指定課題の一つである「土木分野におけるセンサ利用指針の策定」を受けて、平成22年2月に設立が承認され、同年4月から活動を開始した。本年度は7年目に入り、最終的なとりまとめ段階になった。

2. 活動の方針と目的

(1) 活動の方針

土木情報学委員会では、長年に亘って産学官の技術者が集い、施工や維持管理における各種センサ利用技術の研究発表と討論を実施してきた。本小委員会ではこれまでの研究分野をベースとして、産学官が連携して調査、研究を行い、提言、利用指針策定、情報発信を行う。ただし、個別のセンサデータ評価については専門家に任せ、主に情報利用技術の観点からセンサ利用を議論する。そのために他の専門委員会や団体との協働を積極的に行うこととする。さらに、土木分野におけるセンサへの要求仕様を整理し、ニーズ、市場性、実現に向けての課題を示すことにより、センサメーカーへの橋渡しを目指す。

(2) 活動の目的

本小委員会では、次の3項目を活動目的とする。

- ① 土木分野におけるセンサ利用のあるべき姿、標準化、費用対効果、市場性等に関する議論を行い提言として公表する。
- ② センサに関する技術情報、利用情報を収集、整理し、センサに関するポータルサイトの運用を通じて狙い・分野・技術などを特化した専門的な情報を提供する。
- ③ 個別のセンサ利用に関する土木分野の要求仕様を取りまとめるとともに、利用指針を策定して公表する。

3. 「社会インフラのためのセンサ標準化ガイドラインおよび運用の手引き（案）」

(1) 概要

本小委員会の活動目的①「土木分野におけるセンサ利用のあるべき姿、標準化、費用対効果、市場性等に関する議論を行い提言として公表する」と活動目的③「個別のセンサ利用に関する土木分野の要求仕様を取りまとめるとともに、利用指針を策定して公表する」に基づき、本年度は「センサ標準化ガイドラインおよび運用の手引き」（仮称）の策定に向けて検討を行っている。

すべてのセンサの標準化することは不可能であるため、土木分野であらゆる場面で活用されている「ひずみ計」を例にして標準化の検討を行っている。

センサの寿命は、構造物の寿命に対して共用年数が短いことから、定期的な更新が必要になる。この更新時に過去に取得したデータと更新後のデータに乖離（差分）が生じた場合、これまで取得してきたデータの利用困難となるため、ガイドラインでは「データの継続性」を重視して標準化検討を行っている。

小委員会の委員で分担して執筆を行い、平成28年に出版を予定している。また、出版に伴い講演会を予定している。主な目次は次のとおりである。

本ガイドライン（案）は6章で構成されている。1章では「センサ標準化ガイドライン策定の背景と目的」について、活動の中で実施したアンケート結果をもとにした検討を行っている。2章では「標準化の基本方針」とし、無数にあるセンサから様々な場面で頻繁に利用される「ひずみゲージ式変換器」（通称、ひずみ計）に焦点をあてて検討した理由を示している。3章では「標準化の効果」とし、標準化がもたらす利点について示している。4章では「データの継続性に関する標準化」としてデータを継続的に利活用するための標準化を検討している。5章では「センサおよび計測機器に関する標準化」を検討し、現場でセンサを利活用する際のセンサ選定時の標準化を提言している。6章では「運用の手引き（案）」として本ガイドライン（案）の位置づけを示し、運用・利用上における提言を行っている。

(2) 背景と目的

本ガイドラインを作成するに当たり、何を標準化すべきか明らかにするため、センサ仕様と標準化に関する意識調査（アンケート方式）を実施した。調査は、国土交通省、自治体、大学、建設会社、建設コンサルタント、道路・鉄道などのインフラ事業者、計測会社、センサメーカー等の技術者や研究者を対象に、191名に調査し、100名の回答を得た（回収率52%）。回答者の所属分類は、自治体・高速道路会社等の管理者が47%、建設会社・コンサルタントが23%、センサメーカー13%、大学など研究機関15%であった。

調査は、2014年土木学会全国大会の研究討論会「標準化が変える社会インフラへの利用」の会場で配布・回収するとともに、郵送およびEメール（Excelに直接入力）による依頼・回収の3方法で行った。調査の実施期間は2014年9月1日～30日である。

a) 標準化の必要性

回答者全体のうち、72%の回答者が標準化に高い関心を示しており、センサの標準化に対しては全業種で「必要である」と認識していることが分かった（図-1）。橋梁の長期保全計画を担当する47都道府県の関係部署にアンケートを送付し、23の都道府県（回答率49%）の回答があり、そのうち16の都道府県（70%）で「標準が必要である」と回答を得た。しかしながら、実績がない、経験が

ないなどの理由で、7都道府県（30%）の担当者からは「どちらとも言えない／無回答」の結果となった。

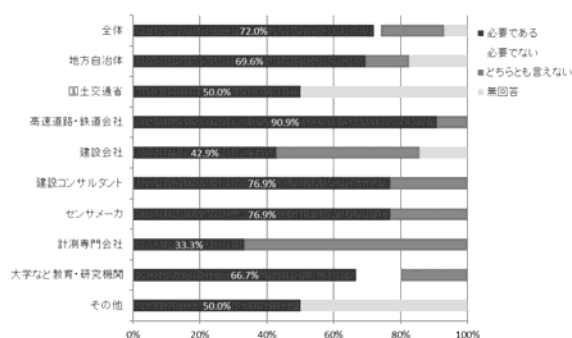


図-1 標準化の必要性

b) 標準化によって期待できる効果

標準化を導入することによって期待できる効果としては、6割近くが「データの長期保証、互換性の向上」、「センサ／インターフェースの互換性の確保」と回答し、「費用の低減」についてユーザー／管理会社（自治体、高速道路会社など）の半数が期待している。「生産性の効率」への期待は全業種を通して比較的低い結果となった（図-2）。

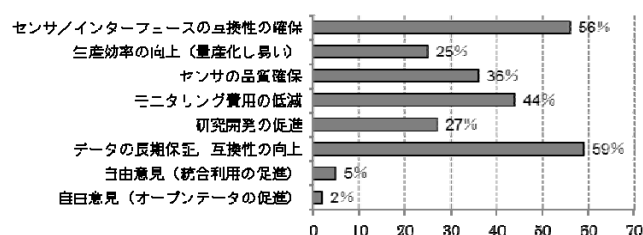


図-2 標準化による効果

c) 標準化すべき項目

標準化すべき項目（図-3）として、半数の回答者がデータの継続性をあげている。全業種で「データの継続性の標準化」に関するニーズが高い結果となった。一方、設置や電源については、「データやセンサ機器の標準化」と比較して期待度は低い。その他にも、機器の耐久性、データフォーマット、電源の仕様、機器のインターフェースなどが標準化を検討すべき項目として上げられた。

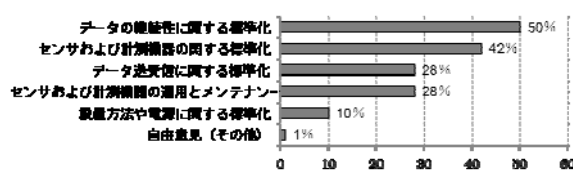


図-3 標準化すべき項目

d) 標準化を進めるにあたっての課題

標準化を進める上での課題では、自治体の回答（30%）に比較して、センサメーカーの80%が「コンセンサスが得にくい」と回答し、全体でも半数が回答している。「センサ等の耐久性」に関しては、管理者側とユーザー側間に意識の違いが見られた。「技術開発の阻害要因」となるという意見は少ない結果となった。

(3) 標準化の基本方針

土木分野で行われているモニタリングは、表1に示すように斜面、橋梁、トンネル等様々な施設で実施されており、計測する項目や使用されているセンサも様々である。

本小委員会では、本ガイドラインを作成するに当たり、様々なセンサを対象として標準化の議論を進めてきたが、現時点では、原理や検出方式の異なるセンサすべてについて標準化することは困難であるとの結論に達した。

モニタリングに使用されているセンサには、表1に示すようにひずみゲージ式変換器をはじめとする様々な原理や検出方法を利用した製品がある。このうち、ひずみゲージを利用したセンサは、比較的精度が高く構造が単純であるため、ひずみ計測だけでなく、表-1の太字・下線付きセンサ名に示すように、その原理を活用して荷重、変位、たわみ、沈下量、間隙水圧、水位、傾斜等、多くの計測に用いられている。そこで、本ガイドラインの作成に当たっては、ひずみゲージ式変換器を用いたセンサを対象に標準化を行うことにした。

表-1 土木分野における既存のモニタリング技術¹⁾

分野	目的	計測項目	使用センサ等
1. 地盤、斜面			
自然	斜面・のり面の変状および崩壊の監視、転石・崩落の検知	間隙水圧	間隙水圧計、土壌水分計
		温度	温度計、赤外線センサ
		土壌水分（飽和度）	土壌水分計（テンシオメータ TDR）
		地中の変位	傾斜計、ひずみ計、光ファイバセンサ、伸縮計（孔内伸縮計）、移動量計、荷重計、加速度計
人工物（吹付、擁壁、盛土）	構造物の劣化・変状・変位の計測	崩落の有無	荷重計、加速度計、地震計、落石検知センサ、ITV、デジタルカメラ、ビデオカメラ、レーザスキャン、打撃音法
		剥離・剥落	赤外線センサ、打撃音法
		ひび割れ	伸縮計、ひずみ計、光ファイバセンサ
		変位	伸縮計、移動軌、沈下計、傾斜計
共通		アンカー軸力	軸力計、荷重計
		地下水位	水位計
		地震動	地震計
		気象、水文データ	雨量計、温度計、積雪深計
上部工	鋼部材の応力測定、劣化・損傷の検知、変状・変位の計測、振動の計測	傾斜、変位	変位計、傾斜計、光ファイバセンサ、レーザスキャン
		腐食	ACMセンサ、超音波センサ（超音波探傷型）

(4) 標準化の効果

a) センサ選定時の効果

センサ選定時における効果の実例として、センサ情報の検索、使い方や技術などを提供するインターネットサイトを試行運用している。

このサイトの構築は、本小委員会が主体となり、先に示した標準化の考えをメーカー側に伝え、それに賛同したセンサメーカーから、センサ情報を自ら入力してもらい、ユーザー側に標準化による効果を実際に体験してもらうことを目的としている。

b) センサ選定時の効果

① 導入・交換

センサの初期導入時での、現場での設置作業時の効果。また、センサを継続的に使用している場面で発生する故障や定期交換での現場作業時での効果。

② 計測データの品質・取扱い

センサの利用時における、計測したデータの品質。また、継続的な計測データを用いた比較やセンサ交換などに伴うデータの継続性確保を対象とした効果。

(5) データの継続性に関する標準化

① 標準化するデータ項目

② センサの耐用年数と更新時期に関する標準化

③ データの保存と継続方法に関する標準化

④ データの標準仕様

⑤ データの送受信に関する標準化

(6) 運用の手引き(案)

① ガイドラインの位置付け

② ガイドラインの運用

③ ガイドライン利用に関する提言

- ・ 施工から維持管理までの業務プロセスで継続したセンサデータを収集する。
- ・ あらゆる社会インフラに標準化したセンサを取付け、社会インフラIoTとして活用する。
- ・ データの固有性、互換性および継続性を確保するために個別識別IDであるucodeを使用する。
- ・ 標準化ガイドラインを利用し、災害時を含めた社会インフラのリアルタイムなモニタリングおよびデータの公開／共有のあり方(見える化)を示す。
- ・ センサ標準化ガイドラインを実工事や維持管理業務で実証する。

4. センサポータルサイト

本小委員会の活動目的②「センサに関する技術情報、利用情報を収集、整理し、センサに関するポータルサイトの運用を通じて狙い・分野・技術などを特化した専門的な情報を提供する」に基づき、センサポータルサイトの検討・構築を進めてきた。運用上の課題を解決すべき（一社）次世代センサ協議会と共同で検討を進め運営を平成27年6月より公開した（図-4）。

(1) 検討内容

土木に携わる方々にセンサ技術利用に便宜を図るために、センサの検索、使い方や技術等について紹介するとともにセンサメーカーへユーザーのニーズを伝える場として、またセンサメーカーとしては、新商品の紹介やニーズの動向が把握できる場の提供を狙ったものとして構築した。

(2) 構築・公開

ポータルサイトの構築に当たっては、「センサ情報の標準化および利活用に関する研究」のテーマで採択された（財）日本建設情報総合センター（JACIC）研究助成（平成22年9月～24年8月）を活用して試行版を完成させた。研究用の運用に向けてセンサポータルサイト分科会を設立し、サイト運用体制、維持管理面などの検討を進めて平成27年6月公開した。

公開サイト：<http://www.sensor-jsce.com/>

登録したセンサは284件、登録企業は109社となった。分野別には表-2に示すと通りの登録状況となった。

一日平均20から30回のアクセス数であった。アクセス向上に対する取り組みが課題となった。

今後、当該ポータルサイトを継続運営していくために、他機関へ移行手続き検討を進めている段階である。

5. まとめ

センサ利用技術小委員会は、7年目の活動に入り、活発に議論を行いシンポジウムや講習会の企画など情報発信に努めてきた。本年度は、検討成果を取りまとめガイドラインの検討、センサポータルサイトの公開を行ってきた。今後、ガイドラインを策定して講演会を開催し検討成果を公表していく予定である。

謝辞：本小委員会の活動にあたっては、（一社）次世代センサ協議会の委員も迎えてガイドラインやポータルサイトの運営を行ってきた。ここに記して心よりの謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省総合技術開発プロジェクト「社会資本の管理技術の開発総合報告書」,平成 20 年 12 月,国土交通省。

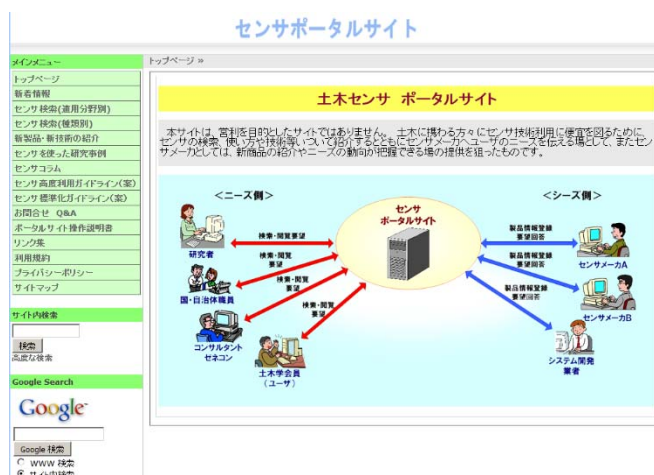


図-4 センサポータルサイトTOP画面

表-2 分野別登録センサ数

分野	登録数
河川分野	45
砂防分野	29
海岸・海洋分野	5
気象分野	13
道路分野	18
トンネル分野	27
鋼構造分野	65
コンクリート分野	82
合計	284

センサ利用技術小委員会 名簿

小委員長：福島博文（株）建設技術研究所

副小委員長：宇野昌利 清水建設（株）

委員：石間計夫

ジェイアール東日本コンサルタンツ（株）

委員：岩崎 央（株）東京測器研究所（2016.6～）
（次世代センサ協議会）

委員：遠藤和重 復興庁（国土交通省）

委員：岡本 修 茨城工業高等専門学校

委員：佐田達典 日本大学（前委員長2014.5まで）

委員：佐藤慶秀（株）構造計画研究所

委員：高田知典 PHM

委員：田島剛之 川田テクノシステム（株）

委員：松谷 治（株）アイベック

委員：藤原 博

（株）ネクスコ東日本エンジニアリング

旧委員：小島雄英（株）東京測器研究所

（次世代センサ協議会）（2016.5まで）

旧委員：塩崎正人 三井住友建設（株）（2014.7まで）

旧委員：島田芳夫 次世代センサ協議会（2014.6まで）

旧委員：西山直人（株）トリオン（2016.5まで）