

# 3. コンクリート試験データの無線情報収録システム

湯浅 昇\*

## 1. はじめに

本稿は、北海道・泊暴露場、日本大学生産工学部、沖縄・辺野喜暴露場で暴露試験を実施するにあたり構築・使用した無線による試験データの入手システム(データロガーとインターネットを利用して遠隔地での暴露試験データをモニタリングするシステムであり、トラブルが発生する直前までの測定データを確保し、そのトラブルを即時に把握することが可能)を紹介するものである<sup>1)</sup>。

暴露試験では、以前より電話回線などを使用して、現地で測定した試験結果を入手するシステムは利用されているが、電話回線がない場所では、通信回線が確保できないため、現在では、研究者・技術者が現地でデータを回収する手法がとられている場合がほとんどである。

しかしながら、現地でデータを保存・回収する方法では、測定・保存システムにトラブルが発生した場合、予定された次の回収までそれがわかることなく、結果として、重要なデータの欠損につながるが多かったのが実状である。

近年、光ファイバー網や携帯電話を中心としたワイヤレス通信技術の急速な発展で、インターネットは行政や民間を問わず、国内外のあらゆる分野で広

く利用されている。この通信環境を利用し、データロガーとインターネットを利用して遠隔地での暴露試験データをモニタリングするシステムの開発を行った。暴露現場で所要データをまず所定の間隔で試験・測定し、次にそのデータを所定の時間で遠く離れた我々のサーバに取り込むもので、トラブルが発生する直前までの測定データを確保し、そのトラブルを即時に把握できるシステムである。

ここでは、システムの概要、暴露試験実施状況、今後期待される展望を述べる。

## 2. 構築した遠隔地モニタシステムの概要

### 2-1. データ測定・送信

測定・送信システムは、図1に示すように、現場に設置したデータロガーにより、所定の時間間隔で、所要のデータを自動計測し、これを所定の時間に、通信ユニットを使用して、インターネットに入り込むものである。電源は、現地に設置したソーラーユニットより供給している。なお、日本大学生産工学部では、電源・LAN接続が可能であるので、データロガーから大学のLAN回線を利用してインターネットに入り込んでいる。

表1は、北海道・泊暴露場、沖縄・辺野喜暴露場で、日本大学生産工学部建築材料研究室が構築したシステムの特徴と主な仕様である。なお、日本大学生産工学部における計測では、電源があり、LANに接

\* 日本大学生産工学部 准教授 博士(工学)  
RECEIVING SYSTEM FOR MEASURED CONCRETE DATA ON  
REMOTE SITE BY WIRELESS(by Noboru YUASA)

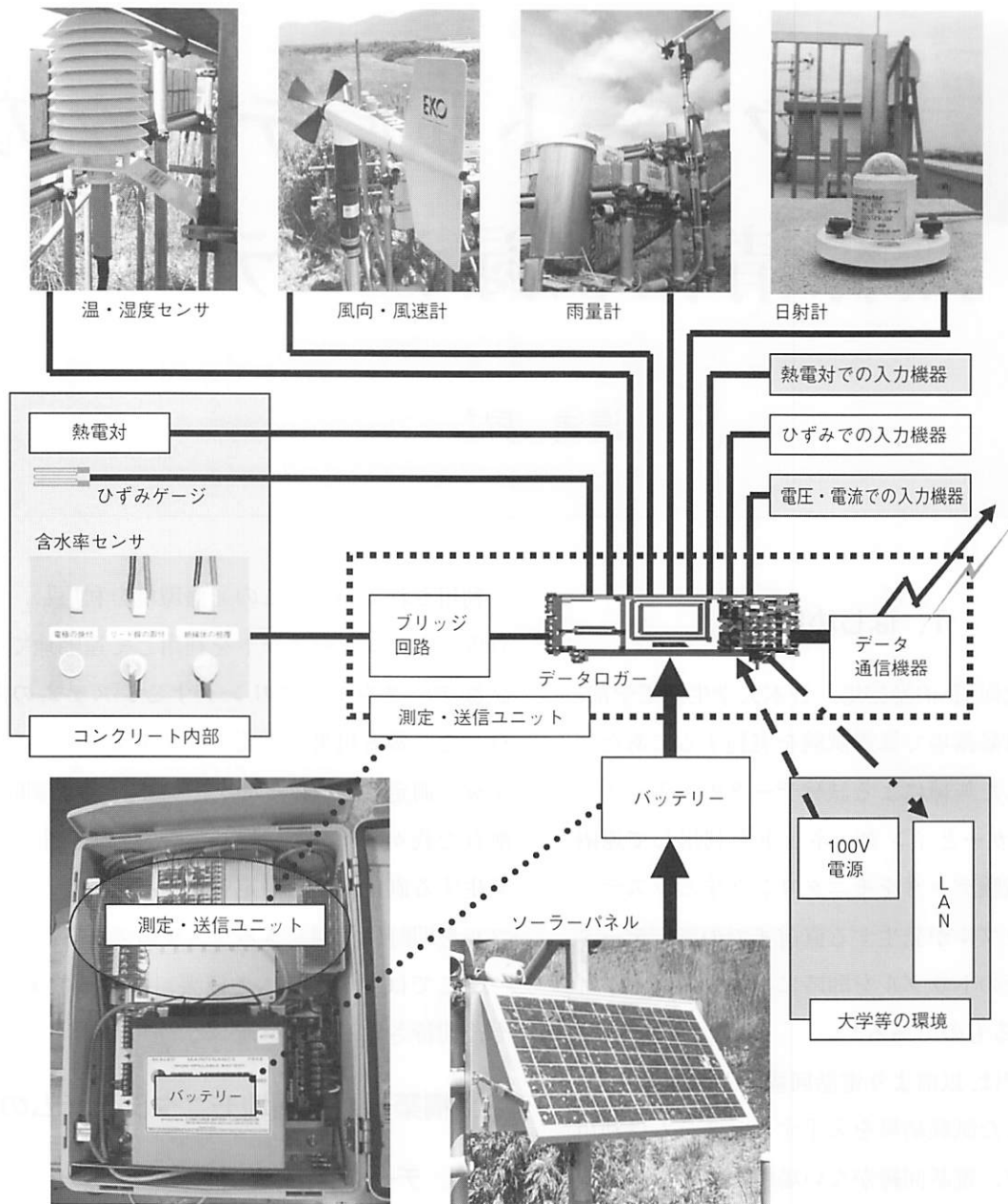


図1 測定現場のシステムの構成

続できることから消費電力に関係なく、スキャンニングユニットの使用により、測定可能点数は計算上無限である。測定点、測定間隔は、通信量、ソーラーパネルからの供給電力のバランスで定まる。

## 2-2. データの管理・閲覧・利用

データは、図2に示すように、インターネットを経由して、日本大学のサーバに届き、専用Webサイトに保存、一元管理される。データは、閲覧を許可された利用者によって、インターネットに接続可能であれば、いつでも、どこでもID・パスワード

の検証を受け、閲覧・利用が可能である。

## 2-3. 設置の実態

表2に示すように、日本大学生産工学部建築材料研究室では、2007年春から夏にかけて、①北海道・泊暴露場(暴露場は日本大学理工学部、宇都宮大学、工学院大学、東京理科大学との共同運営)、②沖縄・辺野喜暴露場(暴露場は琉球大学との共同運営)、③日本大学生産工学部暴露場に本システムを導入した。現在の測定対象は、温・湿度、風向・風速、雨量、日射量であり、今年度からコンクリート含水率

表1 システムの特徴と主な仕様

|        |   |
|--------|---|
| 特徴     | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆現場のデータをインターネット経由で送信, 現場でのデータ回収が不要</li> <li>◆通信回線網にパケット通信網を経由し, 全国どこでもデータ送信可能</li> <li>◆海外でも通信回線網の検討により, ほぼ全世界・全地域どこでもデータ送信可能</li> <li>◆LAN接続による送信も可能</li> <li>◆専用Webサイトで, 最新データ, データの波形表示, CSVデータのダウンロードが可能</li> <li>◆定時観測のほか, 異常時などの警報メール送信も可能</li> <li>◆ソーラ電源ユニットにより無電源地域での測定・送信可能</li> </ul> |
| 測定点数   | 1ユニット16点(2点単位で実装可能)<br>1ユニットごとに増設可  |
| 測定対象   | <ul style="list-style-type: none"> <li>●電圧(0~5V)</li> <li>●電流(4~20mA)</li> <li>●ひずみゲージ変換器</li> <li>●熱電対(T)</li> </ul>   |
| A-D分解能 | 16bit   |
| データ送信  | <ul style="list-style-type: none"> <li>●専用Webサイトへ自動送信</li> <li>●送信タイミング: 10~1440分</li> <li>●測定間隔: 10~1440分</li> <li>●警報メール設定可能(送信先 最大5件)</li> </ul>   |
| 共通仕様   | <ul style="list-style-type: none"> <li>●設定方式: Webブラウザにて設定</li> <li>●接続条件: 常時接続</li> <li>●通信状態表示: Webブラウザにて, 受信レベルを表示</li> <li>●データモニタ: Webブラウザにて, 工学値表示可能</li> <li>●データ容量: 256MB</li> <li>●OS: Embeded Linux</li> <li>●サーバ機能: Webサーバ, FTP, TELNET</li> <li>●通信方式: パケット通信(FOMA, CDMA X1)</li> </ul>                                      |
| 電源入力   | DC8~15V   |
| 消費電力   | 5.0W以下  |
| 外形寸法   | 260(W)×49(H)×260(D)mm(突起部含まず)   |
| 質量     | 約900g   |

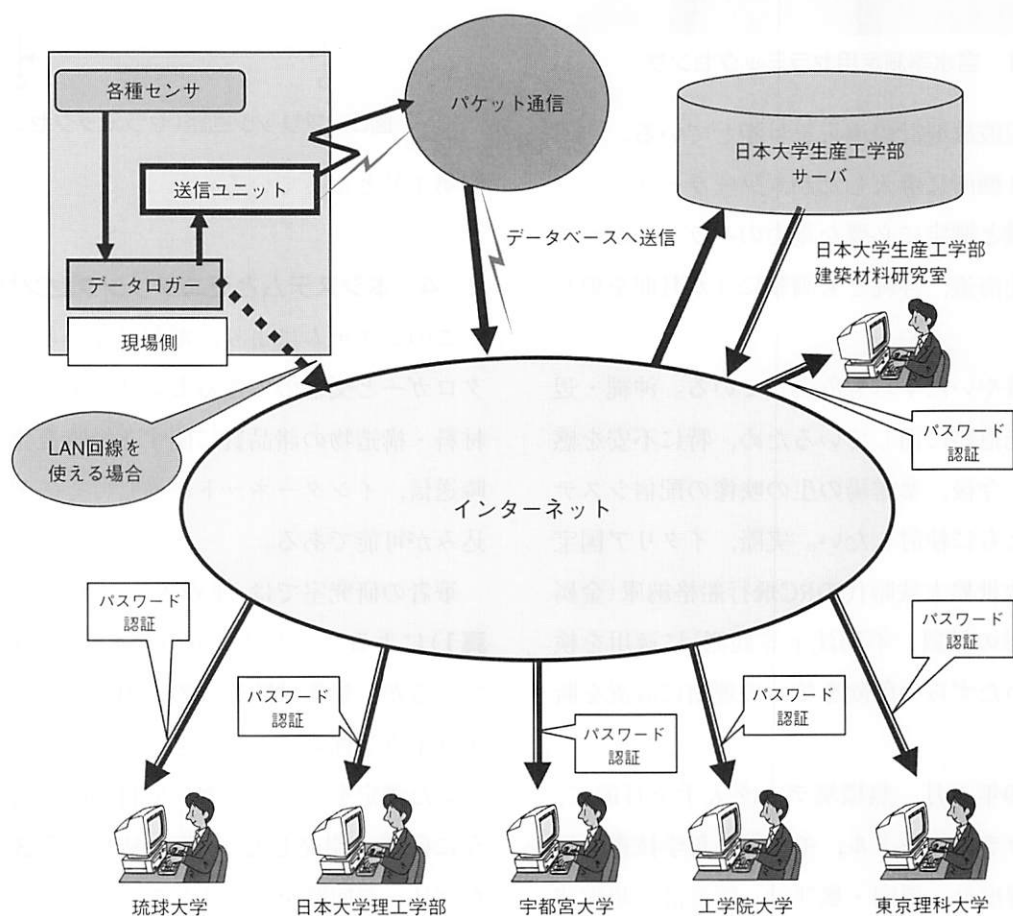


図2 データの管理・閲覧

表2 適用の状況

| 設置場所                      | 環境(劣化外力)           | 住所(緯度・経度)  | 通信方式   | 電源     | 測定データ<br>( )は2009年設置予定)                   |
|---------------------------|--------------------|--|--------|--------|---|
| 北海道・泊                     | 海岸(塩害・凍害)          | 北海道岩内郡共和町宇梨野舞納の海岸線から約40mの位置(緯度43度1分, 経度140度36分)    | パケット通信 | ソーラー   | 温・湿度, 風向・風速, 雨量(含水率)                      |
| 沖縄・辺野喜                    | 海岸(塩害)             | 沖縄県国頭郡国村字辺野喜の海岸線から約40mの位置(緯度26度47分, 経度128度15分)     | パケット通信 | ソーラー   | 温・湿度, 風向・風速, 雨量(含水率, 超短波放射量, 回転式日射量)      |
| 千葉・津田沼<br>(日本大学生産工<br>学部) | 一般環境               | 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学生産工学部32号館屋上(緯度35度41分, 経度140度3分) | LAN接続  | 100V電源 | 温・湿度, 風向・風速, 雨量, 日射量(含水率, 超短波放射量, 回転式日射量) |
| モンゴル・<br>ウランバートル          | 一般環境(凍害)           | モンゴルウランバートル モンゴル科学技術大学屋上(緯度47度55分, 経度106度52分)      | LAN接続  | 230V電源 | 温・湿度, 風向・風速, 雨量, 超短波放射量, 回転式日射量(含水率)      |
| イタリア・<br>アウグスタ            | 海岸1km<br>(塩害・不同沈下) | イタリアシチリア島アウグスタ 国宝RC飛行船格納庫(緯度37度14分, 経度15度11分)      | 衛星回線   | 220V電源 | 傾斜計, ひずみ計, 変位計の2006年設置検討も断念               |

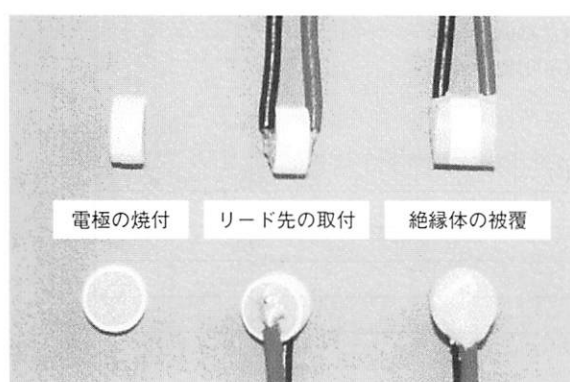


写真1 含水率測定用セラミックセンサ

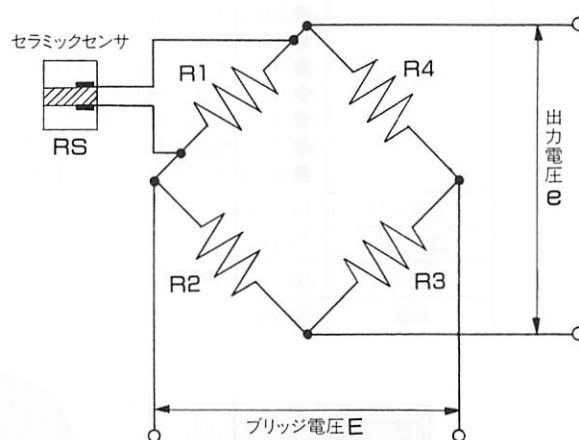


図3 ブリッジ回路(セラミックセンサ)

センサ, 超短波放射計の導入を目指している。

一昨年, 3 個所に導入したが, ソーラーユニットによる発電量と測定に必要な電力のバランスがうまくいかず, 北海道, 沖縄とも調整に 3 か月間を要した。

また, 盗難やいたずらも危惧している。沖縄・辺野喜は, 観光道路に面しているため, 特に不安を感じているが, 今後, 暴露場の生の映像の配信システムの構築とともに検討したい。実際, イタリア国宝である第 1 次世界大戦時代の RC 飛行船格納庫(金属製飛行船大扉の傾斜, 不同沈下等観測)に適用を検討したが, いたずらの危険を第一の理由に設置を断念している。

また, 2009 年 1 月, 熱環境データ入手を目的に, モンゴル・ウランバートル, モンゴル科学技術大学屋上に温・湿度計, 風向・風速計, 雨量計, 超短波放射計, 回転式日照計を設置し, 外国からの常時観

測第 1 号となっている。

## 2-4. 本システムとモニタリングセンサ

このシステムにより, 電源のないところでもデータロガーと交信のできるセンサであれば, 遠隔地で材料・構造物の諸品質に関する経時変化を測定・即時送信, インターネットを通してそのデータの取り込みが可能である。

筆者の研究室では, 埋め込みセラミックセンサ(写真1)によるコンクリートの含水率試験技術<sup>2)</sup>を有しているが, 暴露試験等への適用を目的に, それまで 1 点 1 点手作業でセンサを LCR メーターに接続させていた測定をデータロガーで自動的に測定できるように研究・開発した<sup>1)</sup>。その結果, 図3に示すようなブリッジ回路をセンサとデータロガーの間に入れることにより, データロガーのひずみモードでの測

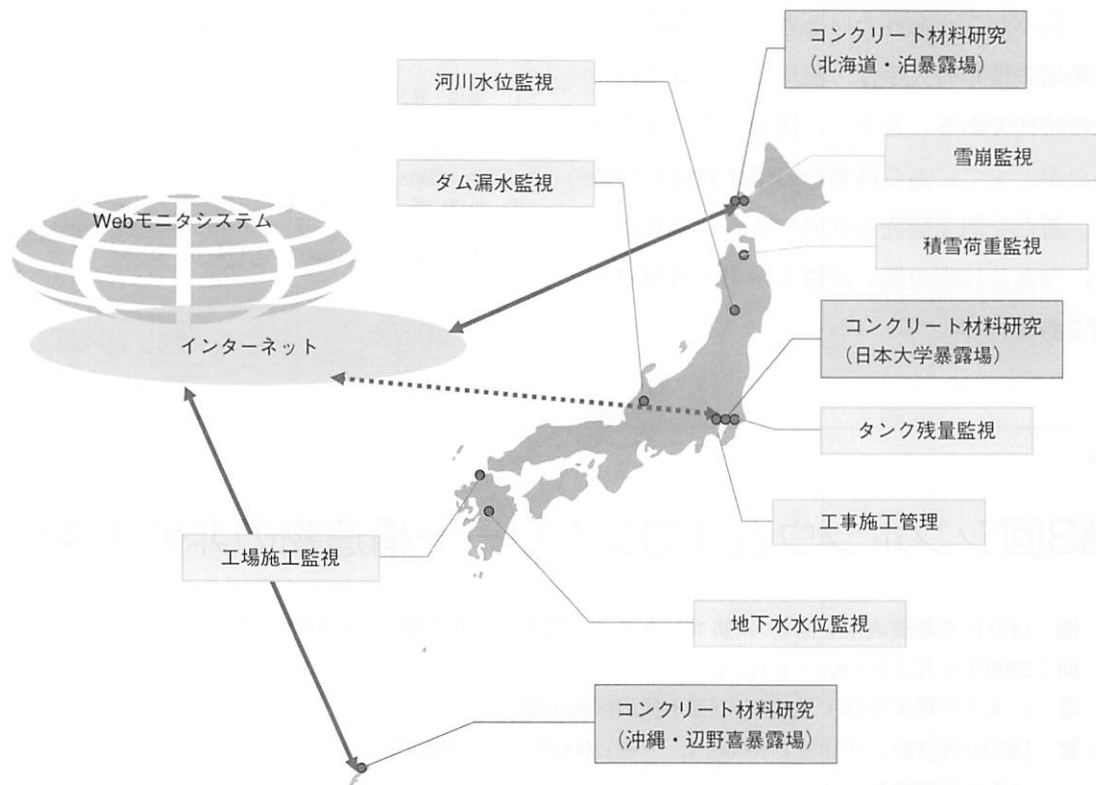


図4 他の分野での展開

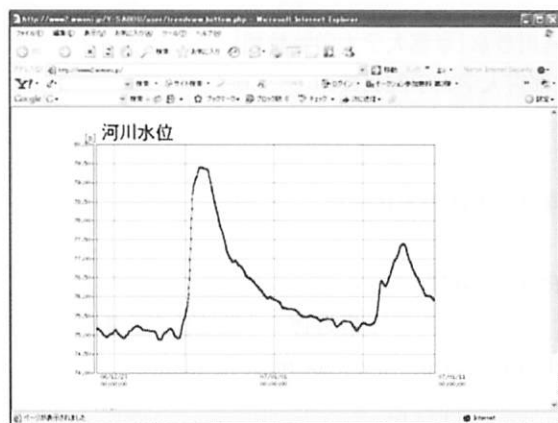


図5 河川水位をモニタリングしている例

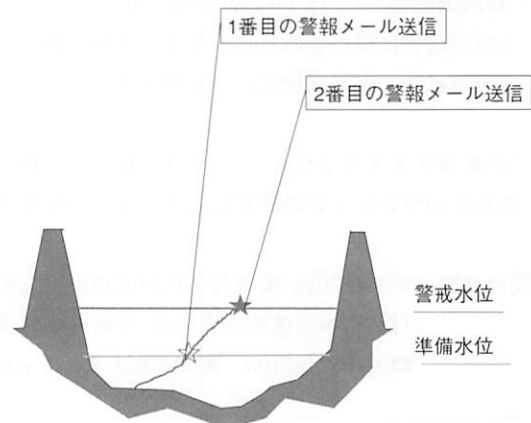


図6 河川水位モニタリングによる警戒メール

定が可能となった。今年、暴露試験に含水率測定を追加する予定である。また、腐食センサのデータロガーでの利用も検討中である。最近発展してきた非破壊・微破壊技術などを参考に、ヘルスマニタリングできることは、今後益々広がっていくと考えられる。

### 2-5. 他分野での展開

本システムに準じた無線情報収録システムの他分野での展開例を図4に示す。図5は河川水位のモニター例で、これに対応して、所定の水位(準備水位、

警戒水位)で、警報メールを送信することも可能である。

## 3. おわりに

本稿では、筆者の研究室で実際に導入した暴露試験場での計測・送信・受信システムについて述べた。

昔と違い、遠隔地で自動的に測定した貴重なデータを欠損させることなく、即時に入手することが可能である。また、何かトラブルがあればそれを即時に把握することが可能であり、トラブルを即座に解決できる。

遠い昔、我々がこうありたいと考える暴露試験の運営、遠隔地の情報の入手は、簡単に、安価に行えるのが今の時代である。昔なら、開発することも残されていたが、すでにある技術を応用すればいい時代である。新たな開発研究も歓迎するが、それ以上に、今は、今ある技術の深い理解と応用・適用が重要な課題である。

#### [参考文献]

- 1) 湯浅 昇, 砂川倫昭, 佐々木 隆, 西田健治/コンクリート含水率スキャンニング・遠隔地モニタリングシステム, 日本非破壊検査協会, コンクリート構造物への非破壊検査の展開論文集, Vol.2, pp.17~22, 2006.8
- 2) 湯浅 昇, 笠井芳夫, 松井 勇/埋め込みセラミックセンサの電気的特性によるコンクリートの含水率測定方法の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第498号, pp.13~20, 1997.8

・お知らせ

## 第3回シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査」

主催：(社)日本非破壊検査協会 鉄筋コンクリート構造物の非破壊試験特別研究委員会  
会期：2009年8月5日(水)～6日(木)  
会場：日本大学理工学部1号館(東京都千代田区神田駿河台)  
参加費：JSNDI会員および登壇者10000円, 一般12000円, 学生3000円, パネルディスカッションおよび展示会  
のみの参加者無料

<特別講演会>(5日・9:30~12:00)

「非破壊検査に望むもの-コンクリート構造物をめぐる-」宮川豊章(京都大学大学院教授)  
「非破壊試験・促進試験における判定式について」榊田佳寛(宇都宮大学大学院教授)

<パネルディスカッション>(6日・17:00~19:30)

「あなたのマンションの診断に応える非破壊検査技術-点検・修繕の方法の実状-」

問合せ先：〒101-0026 東京都千代田区神田佐久間河岸67 MBR99ビル4階  
(社)日本非破壊検査協会 学術部学術課 シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査」係  
☎03-5821-5105 ☎03-3863-6524 e-mail:oka@jsndi.or.jp http://wwwsoc.nii.ac.jp/jsndi/

バックナンバーのご案内

好評発売中・社会インフラを支える固化材技術  
月刊「セメント・コンクリート」No.737(2008年7月号) A4判 78頁 特別定価2000円

## [特集/セメント系固化材]

- 巻頭言/セメント系固化材への期待 嘉門雅史(京都大学)
- 展望/進展するセメント系固化材技術 田村浩章((社)セメント協会 開発・普及委員会委員長)
- 技術展開・ポイント ①スラリー系深層混合処理工法(CDM工法)/北詰昌樹(港湾空港技術研究所)  
②粉体噴射攪拌工法(DJM工法)/新川直利(榊不動テトラ)  
③表層改良/田村繁雄(榊東洋スタビ)  
④泥炭のセメント固化/林 宏親(寒地土木研究所)  
⑤宅盤改良-小規模建築物における地盤補強/郭 賢治(榊トラバース)  
⑥重金属の溶出防止/守屋政彦(太平洋セメント(株))

お求め・お問合せは  
直接当会か最寄りの書店へ

社団法人 **セメント協会**

〒104-0032 東京都中央区八丁堀4-5-4  
☎03-3523-2736 ☎03-3523-2700