

MBM対応のヘルスマonitoringシステムの開発

(株)計測リサーチコンサルタント
 (株)計測リサーチコンサルタント
 (株)計測リサーチコンサルタント
 木更津高専・環境都市工学科

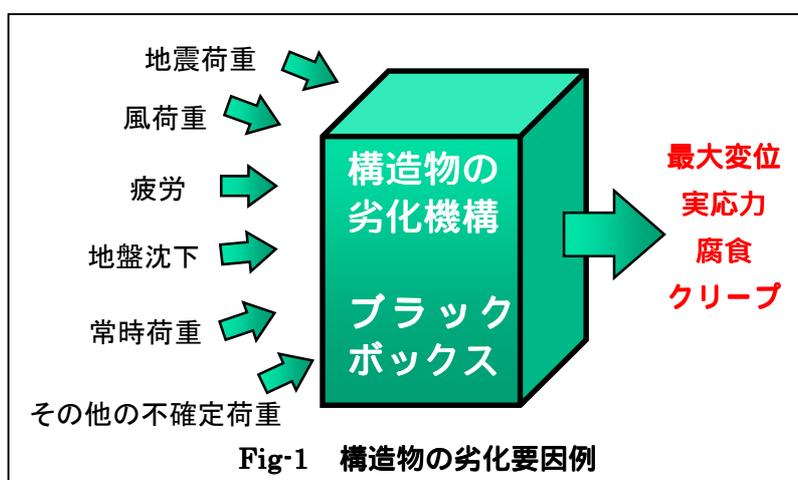
羅 黄順
 松井 義昌
 宮本 則幸
 黒川 章二

1. まえがき

Monitoring Based Maintenance(MBM)は、供用期間を通じて構造物をモニタリングし、その観測情報を活用して合理的に健全性を維持しようとする Life Cycle Management(LCM)手法である^{1,2)}。本報告では、MBMを目的としたヘルスマonitoringシステムの研究開発のうち、監視用センサの開発について述べる。

2. ヘルスマonitoringシステムの開発コンセプト

構造物が種々の不確定性負荷をうけるとき、その応答メカニズムは必ずしも明確ではないが、一連の応答挙動を長期間監視し続けることによって健全度の評価や破壊に関する警告を可能にするような効果的な情報が得られる可能性がある(Fig-1)。たとえば、最大変位(ひずみ)の増加状況や、部材の実応力の変化などは有力な情報であると考えられる。このような情報源としてのセンサの開発コンセプトを、Accuracy, Benefit, Compact,



Durability, Expressすなわち'AtOE'の5つの要求性能を満たすものとする³⁾。MBMは構造物を長期間にわたって監視すること、対象構造物の大半は健全であり監視点検は人の健康診断に類似したものであると考えられるから、そのコストは一定限度内にとどめる必要があるなど、これまで使用されてきたセンサでは満足できない特性が要求される。上述の要求特性のうち、とくにセンサの寿命は、監視する構造物と同等以上の寿命を有することとし、少なくとも50~100年を目標とする。供給コストが小さく監視点検の障害にならないシステム価格の実現。計測情報はインターネットなど情報網にのせて自由に運用されること。巨大地震などハザード対応ができていないことなどを重視する。以下、鋼製引張材を対象にした実応力監視センサと、最大変位(ひずみ)記憶センサについて述べる。

3. パルス型磁歪センサ(EMセンサ)

Elasto-Magnetic Sensor(EMセンサ)は、いわゆる磁歪センサとして古くから知られている。Fig-2(a)に示すように磁性材料の透磁率は内部応力に依存して変化する。本方法はその変化傾向が工学的に線形と見なせる磁界領域で、強パルス電流により被測定体(磁性体)を瞬時的に磁化させ、消磁過程で透磁率の変化率を測定するという新しい方法による実応力センサである⁴⁾。

Fig-2(b)に被測定体に装着するコイルを示す。長期耐久性を確保するために防水樹脂をコイル中および周辺に浸透させる。構造が単純でそれだけ信頼性が高い。2次コイルによって得られる誘導電圧は内部応力と温度に依存するので同時に温度の計測が必要である。斜張橋・吊り橋・スペース構造・PCテンドン・RC鉄筋・

キーワード：MBM、ヘルスマonitoring、EMセンサ、ピークセンサ、ネットワーク

連絡先：〒140-0013 東京都品川区南大井 3-22-7 Tel: 03-3763-5150 Fax: 03-3763-5523 e-mail: Sumitoro@krcnet.co.jp

グラウンドアンカー・タイプルなどの引張材を対象とし、部材を傷つけずに、現存応力や腐蝕による断面欠損の調査・監視などに応用が可能と考えている。Fig-2(c,d)で実験結果に示すように、別に測定した荷重計の指示値との乖離は ± 1 MPa 程度である。

4 . 最大値記憶ひずみセンサ (ピークセンサ)

地震や過大交通荷重など一過性の外力を受ける構造物の変位やひずみなどは、これまで動的測定システムで計測されてきた。しかしこのシステムは電源・記録器などを整備した高価なシステムとなる一方、機能保持にも課題が多いと考えられる⁵⁾。ピークセンサは Fig-3(a)のように、変動する変位 (ひずみ) の最大値を記憶保存するので、適当な時間間隔で計測することで過去の最大値の履歴を読みとることが可能である。Fig-3(b)に、ポテンショメータ式ピークセンサの内部構造と、これを橋梁のゴム沓の最大変位監視に用いた例を示す (Fig-3(c,d))。電気的回路を最小限にでき、長期耐久性を確保できることでも MBM センサとしての性能を確保している。各種の鋼/コンクリート構造物・木造家屋・基礎構造物などに適用可能である。また最大値記憶素子として TRIP (Transformation Induced Plasticity) 鋼を用い、RC 鉄筋やボルトなどの構造材を知能材料として機能させることも考えられる。

5 . あとがき

MBM エンジニアリングは、LCM の有効な手法の一つとして期待される。しかし、その理論構築や LCC における観測情報の価値評価、観測システムの開発など、これから研究開発すべき課題には幅広い分野の技術の総合化が必要である。多方面の専門家の結集が期待される。

参考文献

1. Frangopol, Lin, C. Estes, "Life-cycle Cost Design of Deteriorating Structures", JSE, Vol.123, No.10, 1997
2. 富永眞生、加登文士、羅 黄順、"地中構造物の維持管理と新しいセンサの開発"、第 36 回地盤工学研究発表会、2001
3. S. Sumitro, Y. Matsui, M. kono, T. Okamoto and K. Fujii, "Long span bridge health monitoring system in Japan", *Proc. of SPIE*, V. 4337-67, Newport beach, March 5-8, 2001
4. Z. L. Chen, M. L. Wang, T. Okamoto and S. Sumitro, "A new magneto-elastic stress/corrosion sensor for cables in cable-stayed bridges using measurement of an-hysteretic curve", *2nd Workshop on ATUEDM*, Kyoto, July 11-13, 2000
5. M. Tominaga, L. Thompson, and B. Westermo, "Passive peak sensor technology: development and applications", *Proc. of the Int. Conf. On Current and Future Trends in Bridge Design Construction and Maintenance*, 482-493, Singapore, October, 1999

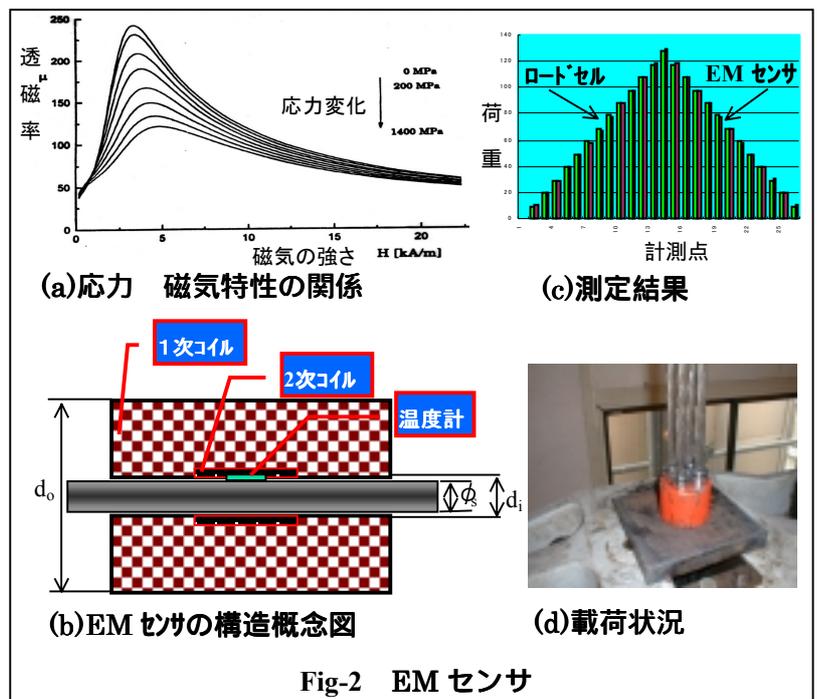


Fig-2 EM センサ

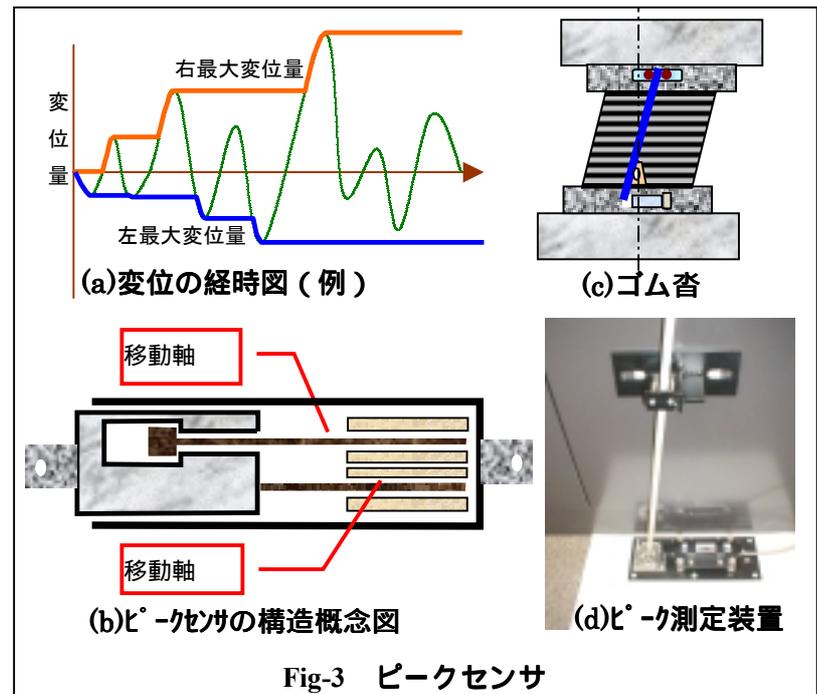


Fig-3 ピークセンサ