

磁気伝送による埋立地盤沈下計測システムの現場実験

電源開発 橘湾火力建設所

山本 守邦

ハザマ 土木本部

正会員 沖 政和

ハザマ 四国支店電発橘湾(作)

正会員 若山 裕介

坂田電機

木村象二郎

1. まえがき

国土の狭いわが国では、空港、発電所などの敷地を確保するために、海上を埋め立てる場合が多くなっている。その際、埋立土砂の荷重により海底地盤が大きく沈下する場合が多く、建設中や建設後の埋立地盤の沈下量を実測により把握することが重要といえる。従来、(層別)沈下計のデータは、ケーブルを介して収録する方法が一般的であったが、作業船や地盤の不等沈下によりケーブルが断線する場合も多く、データ収録の信頼性に課題が残されていた。本システムは、ケーブルを使わず沈下量等のデータを低周波電磁波(磁気)を用いて無線デジタル伝送するもので、ケーブル伝送の課題を解決する可能性のある方法と言える。これまでその基本性能、水中での伝送可能距離などの検討を行い、実用化に目処が立ったため、実際の埋立工事において、設置方法、データ収集作業、長期的な耐久性(信頼性)を確認するための実験を行ったのでその概要を報告する。

2. 磁気伝送システムの概要

本システムは、図. 1に示すように、沈下計、データ送信機、データ受信機、データ処理装置で構成される。沈下計で計測したデータを海底から海面に向けて定時に発信(磁気伝送)し、海面付近で受信してDAT(デジタルオーディオテープ)に記録する。記録したデータは事務所に戻りオフラインデータ処理を行う。データ送信機には、過去90回分のデータが収納できるため1日2回の測定なら約1ヶ月に1度データ回収を行うことで連続した沈下データを得ることができる。なお、データ取得時刻および頻度、データ送信時刻および頻度は、あらかじめ設定しておく必要がある。本システムの特徴を以下に示す。

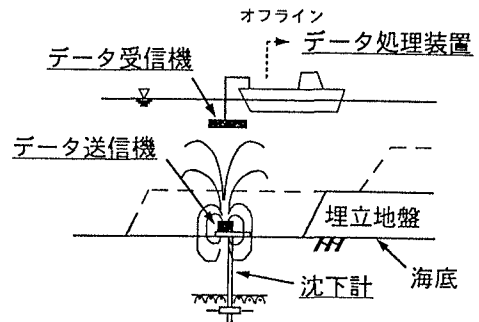


図.1 磁気伝送システムの概念図

①伝送用ケーブルがないため従来多く発生している断線事故を防止できる。

②データ収録機を常設する必要が無いため、設置用のヤグラが不要であり、作業船舶の障害にならない。

③水中での伝送可能距離は、30m以上であり、大水深の埋立工事にも適用できる。

④システムの寿命は、送信機に設置されたバッテリー容量(リチウム電池)によって決まる。

⑤沈下計以外の他のセンサーとの組み合わせによる計測も可能である。

3. 現地実験の概要

徳島県阿南市の橘湾地点で、四国電力(株)との共同立地により建設が進められている電源開発(株)橘湾火力発電所(最大出力210万kw)の敷地造成工区において、埋立工事の進捗に合わせ、平成8年6月、水深約4mの地点に本システムを設置した。その設置断面を図. 2に示す。海上の作業足場からボーリングを行い、岩盤内に層別沈下計(1)を固定し不動点とした。また掘削ズリ層とサンドマット層の境界付近に層別沈下計(2

キーワード：埋立、沈下、計測、磁気伝送、実験

〒774 徳島県阿南市橘町豊浜36番地の29

〒107 東京都港区北青山2-5-8

〒774 徳島県阿南市橘町北新田1-1

〒167 東京都杉並区荻窪4-32-2

TEL 0884-27-3221 FAX 0884-27-3404

TEL 03-3423-1191 FAX 03-3405-1854

TEL 0884-28-1266 FAX 0884-28-1267

TEL 03-3393-7112 FAX 03-3393-7120

）固定し、掘削ズリ層の上に沈下板を設置した。データ送信機は沈下板の上に固定し、今後の埋立作業時に、撃的な力が機器に作用しないように土壌で養生を行った。このシステムでは、沈下板が沈下する時、沈下板と固定されたステンレスロッドが、それぞれの層別沈下計の中を下降していくため、沈下板とそれぞれの層別沈下計の距離L1、L2の変化（沈下量）を測定することができる。またL1とL2の差から現地盤の沈下量を求めることもできる。今回の実験では、測定頻度およびデータ伝送頻度を1日2回に設定した。データ送信機のバッテリー容量は、3年間分とした。実験は平成9年3月末現在約9ヶ月を経過しており、沈下データは順調に計測されている。

4. 実験結果および考察

（1）設置性、運用性

設置作業時間の大半はボーリング作業が占め、沈下板、送信機の設置に係わる時間は短時間であった。今回は伝送距離が比較的小さいため受信電圧も強く、海上、陸上とも比較的容易にデータ回収を行なうことができた。また、送信開始時刻の6ヶ月間のズレの実測値は-2分20秒で、時計精度は -1.5×10^{-5} で、目標値($\pm 5 \times 10^{-5}$)を満足している。

（2）現場における耐久性

送信機に最も衝撃が加えられる可能性のある埋立を無事通過し、今後急激な設置環境の変化も考えにくいため、一応現場での耐久性は確保されたものと考えられる。ただし長期的な耐久性は今後とも計測を続けて確認する必要がある。

（3）伝送媒質と受信信号電圧の関係

磁気は伝送媒質（空気、水、土）中の電気的特性により受信電圧減衰の程度が大きく異なる。表1に受信信号電圧の実測値と理論値を示す。媒質が海水の場合は実測値の方が受信電圧は小さいが、これはポート上から受信信号の最大点をねらった測定で位置ズレによる受信電圧の低下の可能性がある。媒質が土の場合は実測値の方が若干受信電圧が大きいが、おおむね両者は良く一致していると言える。従って受信電圧の推定（設計）に理論値を使用しても大きな相違はないと考えられる。

（4）「沈下板」と「本システム」の沈下量の比較

現場の施工管理用として掘削ズリ上に設置された「沈下板」の沈下データと、ほぼ同じ層厚に相当する「本システム」の全沈下データ（図2のL1に相当）を図3に示す。これは、平成8年8月6日に埋立を開始してから、平成9年3月3日までの210日間の沈下量を示している。総沈下量は、「沈下板」で1,138mm、「本システム」で1,220mmとなり、両者の差は82mmである。ただしこの差の大部分は、埋立直後に発生しており、両者の設置位置が約6m離れているため、埋立進捗状況が若干異なること、事前投入した掘削ズリの層厚が若干異なることを考えれば、両者の計測データは妥当である。

5. あとがき

磁気伝送による埋立地盤沈下計測システムの現場実験を行ない、設置性、運用性などについて実用上問題の無いことを確認した。今後とも計測を継続し、長期的な耐久性を確認して行きたい。この実験のために現場をご提供いただき、ご指導頂いた電源開発株式会社橋湾火力建設所の方々ならびに現場実験にご協力いただいた敷地造成工区JVの方々に謝意を表する次第である。

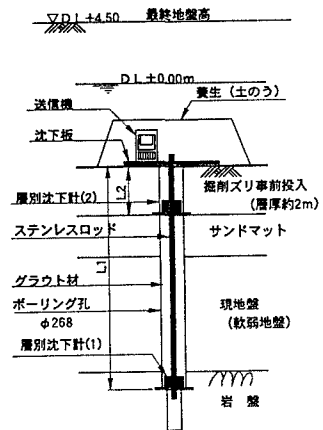


図-2 設置断面

表1 受信信号電圧の実測値と理論値

伝送媒質	伝送距離 (m)	受信信号電圧 (Vpp)	
		実測値	理論値
海水	3.8	133	208
埋立地盤	6.6	78	64

注) 理論値における海水の導電率は4 S/m、埋立地盤の導電率は0.1 S/mと仮定。

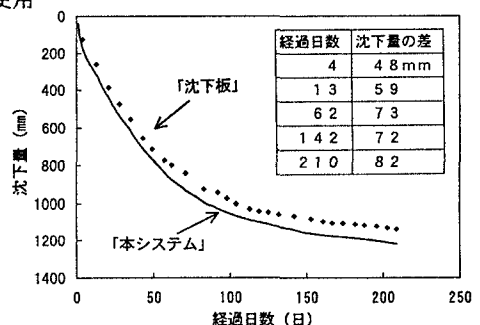


図3 「沈下板」と「本システム」の沈下量の比較