

低周波電磁波を用いた重力式コンクリートダムにおける現場通信限界実験 On-site Communication Tests with Low Frequency Electromagnetic Wave at a Concrete Gravity Dam

○浅野 勇*, 増川 晋*, 田頭 秀和*, 林田 洋一*

Isamu ASANO, Susumu MASUKAWA, Hidekazu TAGASHIRA and Yoichi

1. はじめに コンクリート構造物の劣化予測等に必要な時系列データの収集、施設の性能を直接的に監視するヘルスマonitoringの実現のため、小型で安価かつ設置性の優れたセンサの開発が必要とされている。このようなセンサを開発するためにはセンサに付属するケーブルが障害となる。筆者らは、低周波電磁波利用した通信技術を応用し、ケーブル不要のワイヤレスコンクリートセンサの開発に取り組んできた¹⁾。鉄筋コンクリート内では透磁率の極めて大きな鉄筋が存在するため低周波電磁波の減衰が懸念されたが、送信コイルと鉄筋間の距離を 3cm 以上離せばその影響が小さいことがコンクリート厚 30cm 程度の屋外実験から確認された。一方、厚さ数 m 以上のコンクリートが低周波電磁波の減衰与える影響は未確認である。そこで、重力式コンクリートダムにおいて現場通信実験を行い、マッシブな鉄筋コンクリート構造物内部からのワイヤレス通信の通信限界について検証する。

2. 現場通信実験の概要 栃木県 S 重力式コンクリートダム (堤高 28.4m, 堤頂長 105.0m) にて通信実験を行った (図-1)。実験では、ダム監査廊に送信コイルを送信コイルの直上のダム天端に受信機を設置した。監査廊内で送信コイルを移動し、通信距離を変化させ、天端において受信電圧を測定した (図-2)。送信コイルは開発中のコンクリートワイヤレスセンサと同一の仕様 (寸法 $\phi 39 \times 105\text{mm}$, 出力 1.8W, 周波数 8.5kHz) とした。株式会社坂田電機製の地中無線通信ポータブル受信器 (EO-029) を用いて受信電圧を測定した。図-1 に示す水平距離 38m の区間で、2m ごとに計 20 測点 (M0~M19) で測定した。監査廊傾斜部では、測点間で鉛直通信距離が約 1m 増加する。なお、ダムには 16m 間隔で横継目 (J2~J5) が設置されている。測定は、図-2 に示すように送信コイルの通信軸を鉛直、上下流、ダム軸方向に向け往復 2 回測定した。監査廊にはダム軸方向に D16 が 200~300mm 間隔で、周方向にフープ筋 D19 が 300mm 間隔で配筋されている。

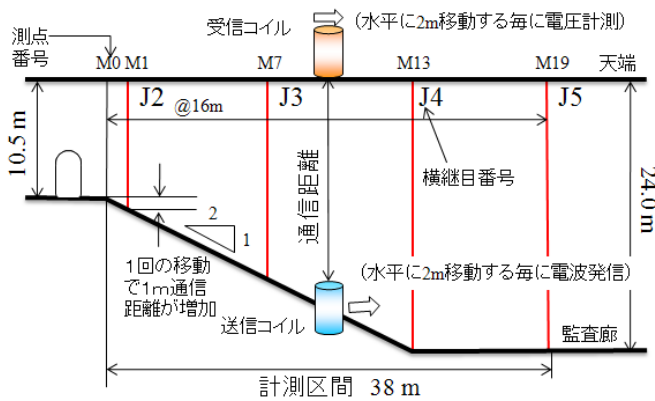


図-1 現場通信実験の概要

On-site wireless communication tests

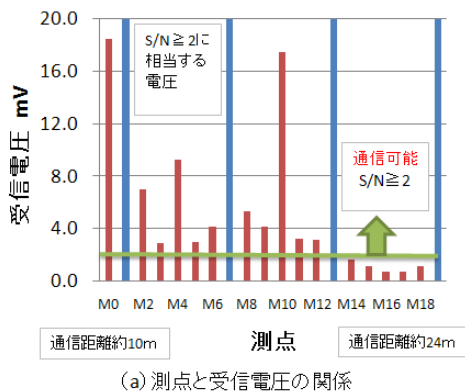


図-2 送受信コイルの配置

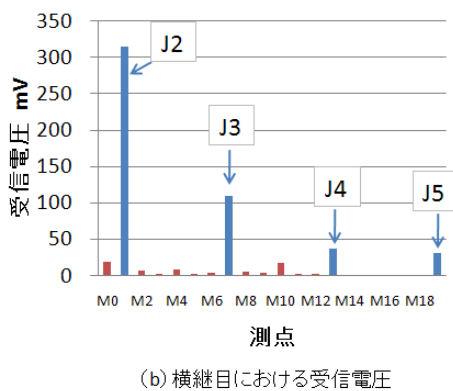
Layout of the coils

*農研機構 農村工学研究所 施設資源部 センサ、ワイヤレス、コンクリートダム

*NARO, National Institute for Rural Engineering



(a) 測点と受信電圧の関係



(b) 横継目における受信電圧

図-3 測点における受信電圧

Receiving measure voltage of the measurement points

3. 実験結果および考察

図-3 (a) に測点と受信電圧の関係を示す。通信距離が 24m に達する M12 までは周辺ノイズ (1mV 程度) の 2 倍以上の受信電圧が得られている。図-3 (b) に横継目での受信電圧を示す。横継目の位置では近傍の測点の受信電圧の約 10 倍以上の値が測定された。横継目では、連続した空気層が存在するため、低周波電磁波が減衰することなく天端に到達し、高い受信電圧が測定されると推測される。図-4 に今回の現場試験における通信距離と受信電圧の関係を示す。図には農村工学研究所構内で実施した気中および鉄筋コンクリート供試体 (RC 埋設) 内からの試験結果も併記した。今回の監査廊内からの測定値は気中試験の約 1/10 以下であることが分かる。また、継目 (鉛直方向) における測定値は気中試験とほぼ等しい値を示す。今回の実験では、通信距離 24m 程度までは S/N 値が 2 以上となる受信電圧が確保されていることから (図-4)、コンクリートによる減衰は大きい、少なくとも鉄筋コンクリート内 10~20m 程度からのワイヤレス通信が可能と推測される。また、空気層が連続する横継目では低周波電磁波の減衰が小さいことから、この性質を利用して継目付近に設置するセンサの通信距離を伸ばせる可能性がある。さらに、構造物に設置された開口部、パイプの設置等により通信距離を伸ばせる可能性がある。

4. まとめ

重力式コンクリートダムで低周波電磁波を用いたワイヤレスセンサの通信実験を行った。その結果、鉄筋コンクリート中約 20m からワイヤレス通信が可能なこと、ダム横継目位置では低周波電磁波の減衰が特異的に小さいことを確認した。今後は、温度、鉄筋応力が測定可能なセンサの試作を行う。なお、本研究は、農林水産技術会議「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発研究」の一部として行われたことを付記する。

【参考文献】1) 浅野ほか (2011) : 鉄筋およびコンクリートがワイヤレスコンクリートセンサの通信性に与える影響, 農村工学研究所技報, No.211 号 (印刷中)。

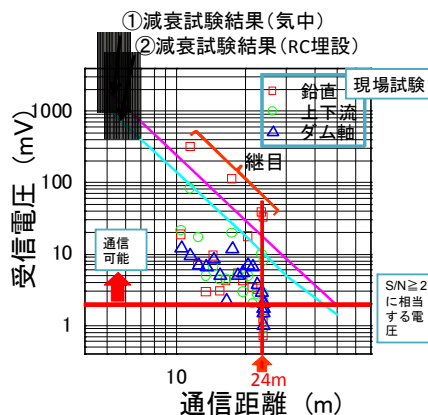


図-4 通信距離-受信電圧関係