

海底地殻変動観測用トランスデューサの音響特性

Acoustic characteristics of the acoustic transducers for seafloor geodetic observation

望月 将志[1]; 吉田 善吾[1]; 浅田 昭[2]; 成田 誉孝[3]; 河合 晃司[4]; 松下 優[4]; 石川 直史[4]; 藤田 雅之[4]

Masashi Mochizuki[1]; Zengo Yoshida[1]; Akira Asada[2]; Yoshitaka Narita[3]; Koji Kawai[4]; Hiroshi Matsushita[4]; Tadashi Ishikawa[4]; Masayuki Fujita[4]

[1] 東大・生産研; [2] 東大生研; [3] 海保・海調・航法; [4] 海上保安庁海洋情報部

[1] IIS, Univ. of Tokyo; [2] IIS; [3] JCG, JHOD; [4] Hydrogr. and Oceanogr. Dept. of Japan

東京大学生産技術研究所と海上保安庁海洋情報部は、GPS 音響結合方式による海底地殻変動観測システムの開発を行い、このシステムを利用した海底地殻変動観測網の展開を行ってきた。2004 年度までに、18 の観測点を日本島弧太平洋側の前弧域を中心に設置し、釜石沖から潮岬沖までを覆う長大な海底地殻変動観測網が構築されている。各観測点位置の計測を長期にわたって繰り返し実施し、この計測位置の変化から、海底での地殻変動を検出しようとするものである。この観測網により、太平洋プレートおよびフィリピン海プレートの沈み込みに伴った、島弧海底地殻の変形を、海底で直接、計測しようとする試みを続けている。

センチメートルレベルの位置精度を目標とする本観測システムでは、計測誤差を生じさせる可能性のある問題点を、継続的な観測を通して発見し、1 つずつ対処して、観測システムの高精度化、安定化を図っていく必要がある。そうしたシステム上の問題点の 1 つが、トランスデューサの形状および振動子の特性による計測誤差であった。現行で使用している水中音響測距用のトランスデューサは、船上局側、海底局 MT トランスポンダー側ともに、米国 ITC 社製の円筒型のもの(ITC3148)である。リング形状をした振動子が半径方向に振動することで音圧を外部に発振するしくみになっていることと、使用する測距信号の波長 15cm とほぼ同等の代表的長さを持つことから、入射角度に応じて送受信レスポンス(位相応答)の差が生じている。このレスポンスの差による測距結果への影響は数 cm に及び、無視できないものとなっている。この問題への対応として、船上局側トランスデューサに現行のものとは異なる動作原理をもつ、新型のトランスデューサを導入することとした。この新型トランスデューサは、米国 LinkQuest 社の N.Xiao 博士によって提案、設計されたピストン型のものである。新型トランスデューサは、我々の測距観測において利用する頻度の高い 0~50° の信号入射角において、送受信レスポンスの差が従来のものに比して小さくなり、より点源に近く振る舞うように設計されたものである。

長期にわたる繰り返し観測の連続性を保持しつつ、船上局側トランスデューサの移行を滞りなく行うための準備として、現行および新型トランスデューサの特性把握を目的とした水槽実験を、東大・生産研において実施している。新旧のトランスデューサから測距信号を送信、これを小型ハイドロフォンで受信し、レスポンスの把握を行う計測システムを作成した。トランスデューサとハイドロフォン間を 150cm に保ち、ハイドロフォンに対するトランスデューサの対向角度を 0~60° の範囲で変えながら計測を繰り返し、2 つのトランスデューサの送受信レスポンスを把握し、この範囲において最大 6-7cm の測距誤差の可能性のあることを示すに至っている(2004 年地日本震学会秋季大会)。現在はより詳細なトランスデューサレスポンスの把握を目指し、この計測システムを拡張し、ハイドロフォンによる受信距離を~約 500cm まで離しての計測、海底局となるトランスポンダーを利用した計測なども実施している。これらの実験データを鋭意解析するとともに、更に、~数 10m の距離でのレスポンス把握のためのフィールド実験を実施予定である。本講演では、これら複数の計測レンジでの実験から得られる新旧それぞれのトランスデューサの送受信レスポンスを提示し、このレスポンスが水中測距に及ぼす影響、更に海底観測点位置の推定に及ぼす影響について議論を行う。