バースト波を活用した超音波探傷器による電柱基礎アンカーボルトの先端形状および埋込み長さの評価方法

㈱ケー・エフ・シー　正会員　○山本　健太，正会員　齊藤　透
富山県立大学　正会員　内田　慎哉

１．はじめに

鉄道の高架部分に設置されている電柱基礎には，φ36 の J 型ボルトおよび寸切りボルト等のアンカーボルトが使用されている場合が多い．先端部分の形状が J 型のアンカーボルトでは，一般的な超音波探傷器では底面エコーを検出できず，アンカーの埋込み長さを推定することは困難である．そこで本研究では，バースト波を活用した超音波探傷器を開発し，J 型を含む先端形状の異なる 3 種類の付着が良好なφ36 のアンカーボルトを対象に，先端形状および埋込み長さを評価する手法を検討した．

２．実験概要

（１）試験体

図-1 に示す J 型ボルト，先端寸切りボルト，先端斜めカットボルトの 3 種類のアンカー筋を，1200×900×800mm の型枠内にそれぞれ 11 本，6 本，6 本設置した上で，コンクリートを打設した．このうち，測定対象は，φ36 寸，φ36 斜，φ36J①（**図-1** に示す試験体(1)～(3)）の 3 本である．

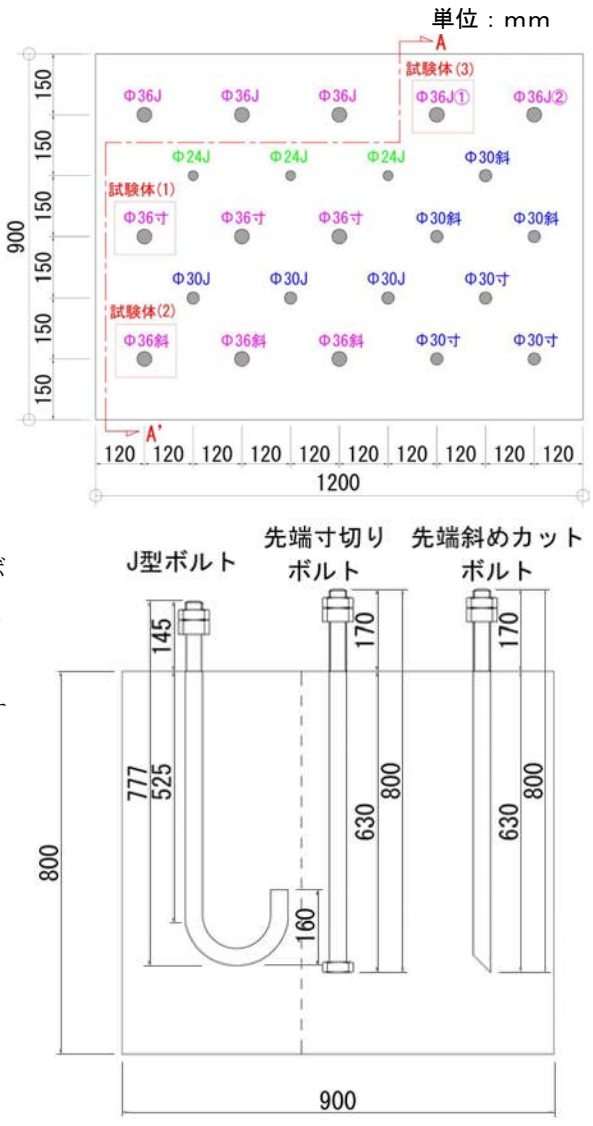

図-1　供試体（上：平面図，下：A-A’ 矢視図）

（２）測定

開発した超音波探傷器は，送信周波数を 3 種類（3.66MHz，4.5MHz，5.0MHz）に設定できるものである．使用した探触子を**図－２**に示す．探触子の中心周波数は 5MHz である．この探触子に接触媒質を塗布した後，ボルト頭部に設置し，バースト波による測定を行った．なお，測定方式としては，JIS Z 2355 に示されている零点・第 1 回底面エコー方式を採用した．

測定開始前には，試験で使用するボルトと同一材質，同一寸法の対比試験体（ボルト単体で両端面は寸切り形状）を用いて，送信パルス位置調整，音速調整（測定範囲調整），基準感度調整をそれぞれ行った．

３．試験結果および考察

（１）先端寸切りボルト

図-3 に先端寸切りボルトの試験結果を示す．図の縦軸は超音波強度を電圧に変換した「超音波レベル」で，反射の強さを相対的に示す指標値である．一方，横軸は「距離」で，対比試験体での速度（5600m/s）から換算した．図より，いずれの送信周波数においても，距離が 801mm および 1580mm 位置に，反射エコーがそれぞれ出現していることがわかる．また，1 回目よりも 2 回目の反射エコーの

図－２　探触子

キーワード　アンカーボルト，先端形状，埋込み長さ，非破壊試験，超音波法
連絡先　〒347-0010　埼玉県加須市大桑 1 丁目 19　㈱ケー・エフ・シー　TEL 0480-76-0095

© Japan Society of Civil Engineers

方が，超音波レベルが小さくなることも確認できる．いずれの反射エコーも，コンクリートに埋設されたボルト先端部からの反射に起因するものである．1 回目の反射エコーの結果を参考にすればボルトの全長は 801mm と推定でき，実際のボルト全長（800mm）と概ね同じ長さであった．

（２）先端斜めカットボルト

図-4 に先端斜めカットボルトの試験結果を示す．いずれの送信周波数においても，反射エコーは 1 回のみ出現した．また，反射エコーまでの距離は 801mm であり，ボルトの全長 800mm とほぼ同じ値であった．

（３）J 型ボルト

図-5 に J 型ボルトの試験結果を示す．いずれの送信周波数においても，反射エコーが 2 回出現していることがわかる．しかも，2 回目の反射エコーの方が 1 回目の反射エコーよりも，超音波レベルが大きくなった．先端寸切りボルトでは超音波レベルは距離に応じて小さくなるものの，J 型ボルトでは逆の傾向になり，その原因については今後の課題としたい．いずれにしても，1 回目の反射エコーまでの距離は 778mm であり，ボルト頭頂部から曲げ部先端までの長さ 777mm（**図-１** 参照）と概ね同じ値であった．

以上の結果から，先端寸切りボルト，先端斜めカットボルト，J 型ボルトの 3 種類について，それぞれ特徴的な反射エコーが確認できた．

４．先端形状および埋込み長さの評価方法

図-6 に，先端形状の評価方法の手順を示す．まず，超音波測定装置により，「超音波レベル」と「距離」との関係を把握する．両者の関係において，反射エコーの数をカウントする．反射エコーが 1 回のみ出現した場合は，先端形状が「先端斜めカットボルト」であると判断する．これに対して，反射エコーが 2 回出現した場合は，2 つの反射エコーの超音波レベルを比較する．すなわち，1 回目の反射エコーの超音波レベルが大きい場合は「先端寸切りボルト」であり，2 回目の反射エコーが大きくなる場合は「J 型ボルト」と判定する．

一方，埋込み長さについては，1 回目の反射エコーにおけるピーク値に対応する距離を判読することで推定する．具体的には，「推定したボルト長」から「コンクリートから突出しているボルト長さ」を差し引いて，ボルトの「埋込み長さ」を算出する．

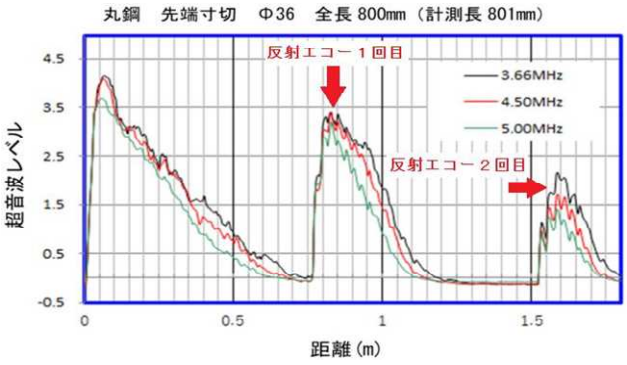

図-3　試験結果：先端寸切りボルト

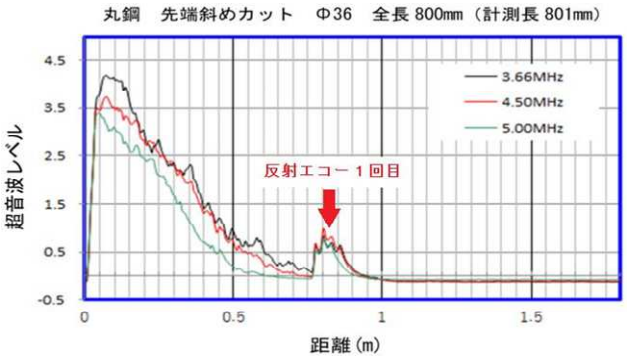

図-4　試験結果：先端斜めカットボルト

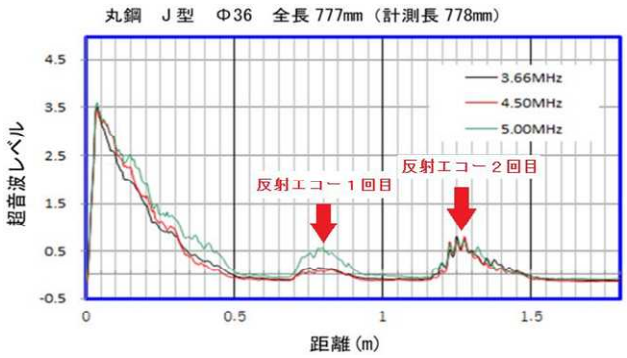

図-5　試験結果：J 型ボルト

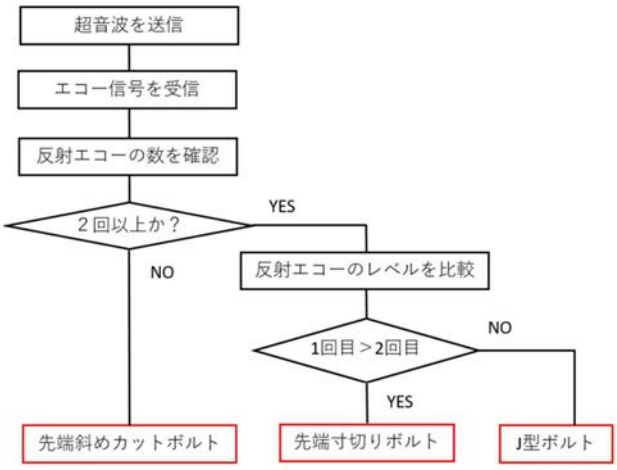

図-6　先端形状の評価方法の手順

５．まとめ

本研究では，バースト波を活用した超音波探傷器により，φ36 のアンカーボルトの先端形状および埋込み長さを評価する方法について提言した．

© Japan Society of Civil Engineers