

VI-72 超音波測深機を用いた特殊水中コンクリートの筒先管理方法について

戸田建設㈱大阪支店土木部 正会員 堀之内 和広
 戸田建設㈱大阪支店土木技術部 正会員 金井 進
 戸田建設㈱技術研究所 正会員 橋本 司
 戸田建設㈱技術研究所 正会員 倉林 清

1. はじめに

特殊水中コンクリートは図-1に示すように水中落下高さを増すと強度低下を生じる。そのため、特殊水中コンクリートの打設はコンクリートポンプ筒先の高さ管理が重要となり、関西空港連絡橋工事²⁾では図-2に示す ℓ （筒先とコンクリート打込み面までの距離）を50cm以下にするよう特記されている。ここでは、超音波測深機を用いて、高さ ℓ を管理する方法について検討した。

2. 測定方法

測定方法は図-3に示すように、筒先の下部に角度 θ を持たせて取付けた超音波測深機のセンサにより距離 ℓ_1 を測定する。求める高さ ℓ は次式により算定する。

$$\ell = \ell_3 - \ell_2 = \ell_1 \cos \theta - \ell_2$$

ここに、 ℓ_2 ：超音波測深機の取付け位置

3. 実験方法

実験は表-1に示すように、水の濁度、センサの取付角度、距離 ℓ_3 をそれぞれ変えて、測定精度を計測した。水の濁度はベントナイト（群馬産、赤城印）を用いて、セメント粒子による濁りの影響を調べる目的で変化させた。測定は $1.8 \times 1.8 \times 1.8$ mの鋼製水槽を用いて行った。

測定システムは図-4に示すように超音波測深機とマイコンとからなっている。超音波の周波数は200kHz、センサの振動子は100mm ϕ である。測定値は20回の平均値であり、水温による音速の変化は次式で補正した。

$$V = 1410 + 4.21t - 0.037t^2$$

ここに、 V ：音速（m/sec） t ：水温（℃）

4. 実験結果と考察

実験結果について、距離 ℓ_3 と推定値の関係を図-5に示す。距離 ℓ_3 と推定値との差（以下、推定誤差）は1mの場合

表-1 実験計画

要因	水準
水の濁度 (mg/l)	0、10、50、100、200
角度 θ (度)	0、15、30、45
距離 ℓ_3 (cm)	100 ~ 180

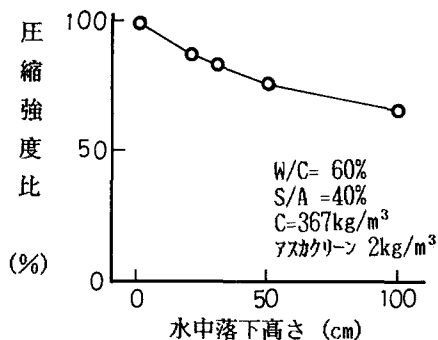
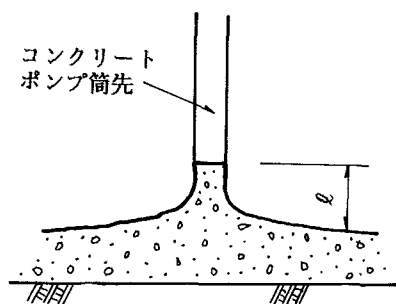
図-1 特殊水中コンクリートの水中落下高さとの圧縮強度¹⁾

図-2 特殊水中コンクリートの打設状況

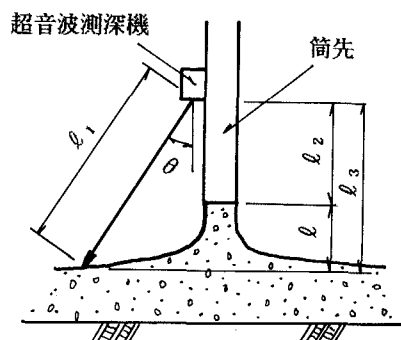


図-3 測定方法

が最も大きくて、平均で 2.3cm となった。これは、使用した測深機の性能(測深範囲 1~100m)によると考えられ、標準偏差を加味しても推定誤差はほぼ ± 4 cm 以内にある。超音波は光と同様に境界面に斜めに入ると、反射波と屈折波も斜めになり、もと来た方向へはもどらない。しかし、境界面(ここでは鋼板)は凹凸があるので乱反射により、エコーが得られ、この測定方法が可能であることがわかった。

図-6 は角度 θ と推定誤差との関係である。推定誤差は水質の影響をあまり受けずに、角度によって推定誤差が変化している。角度 0° の場合の推定誤差が 3~4 cm であるのに対して 45° の場合は $0 \sim -2$ cm である。今回の実験に用いた振動子の指向特性は 6° と狭いが、角度 θ が大きくなるにつれて境界面での音束が大きくなることによるものと考えられる。

5. 適用事例

室内実験の結果から、実施工への適用が可能であることがわかったので、下記の工事で適用した。

工事名称: 大阪府道高速湾岸線・中島第2工区下部工事
 施工数量: 特殊水中コンクリート 165 m^3

当工事においては、筒先が常時コンクリート中に 30cm 以上埋込むように管理を行うことにした。超音波測深機の取付け位置 l_2 は 150cm、角度 θ は 30° である。図-7 に時間と筒先の深さの関係を示すが、筒先が打設量に伴って引き上げられ、埋込み深さは 30cm 以上確保されているのがわかる。図-8 はレッドによる筒先の位置の測定値と超音波によるものとの関係である。推定誤差は ± 5 cm 以内にあり、実用性の確認ができた。

最後に、本管理方法を適用するにあたり御指導頂いた阪神高速道路公団新淀川工事事務所・寺西所長、中野係長をはじめ工事関係者の方々にお礼申し上げます。

参考 1) 戸田建設技術資料、1987

文献 2) 関西国際空港線、空港連絡橋下部工事特記仕様書

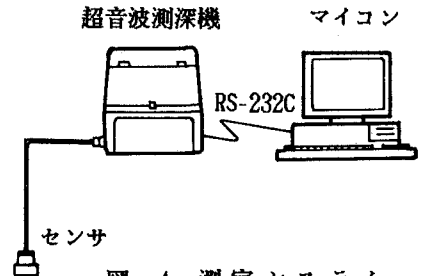


図-4 測定システム

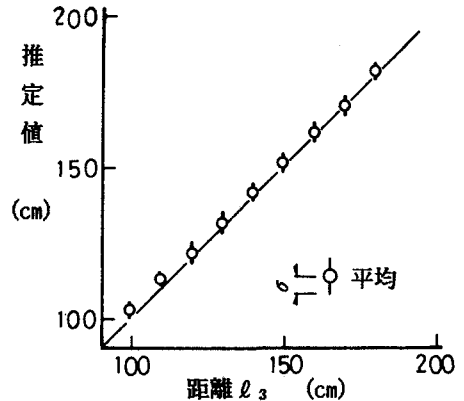


図-5 距離 l_3 と推定値

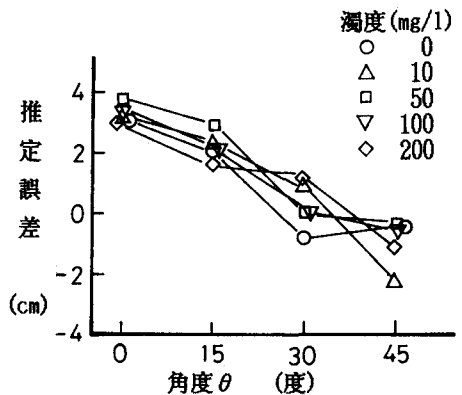


図-6 角度 θ と推定誤差

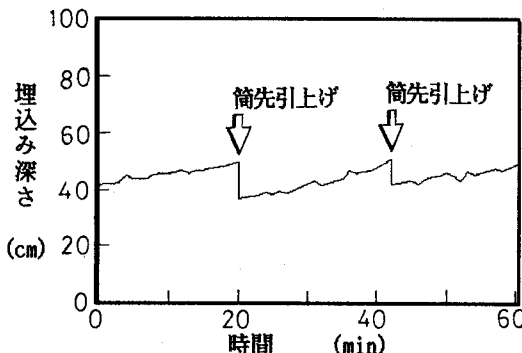


図-7 埋込み深さの経時変化

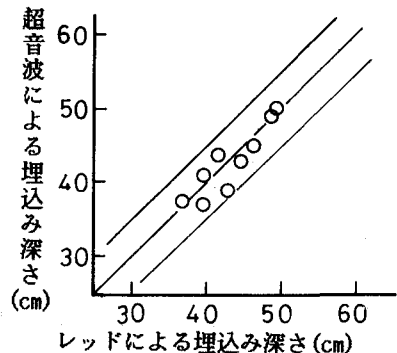


図-8 レッドと超音波による埋込み深さ