

## シールドトンネルの維持管理への衝撃弾性波法の適用例

東京ガス株式会社		矢島 英邦
伊藤建設株式会社	正会員	首藤 浩一
伊藤建設株式会社	正会員	岩野 聡史
東海大学	正会員	極 檀 邦夫

### 1. はじめに

構造物の機能は、時間経過とともに劣化が進行する。劣化の程度と進行度がわかれば、適切な時期に適切な対策を施すことができる。最近、故障などトラブルが発生する前に事前に対応策を講ずる予防保全が重要とされ、調査方法には衝撃弾性波法が有効とされている<sup>1)</sup>。今回は供用後、約30年が経過したシールドトンネルで衝撃弾性波法を適用した調査を行い、今後の維持管理方法について検討したので報告する。

### 2. 対象物および測定内容

調査したシールドトンネルの断面形状を図1に示す。このシールドトンネルの全長は1.4kmであるが、このうち区間72m～197mについて調査を行った。調査内容は、天端付近での衝撃弾性波法による弾性波速度の測定による圧縮強度の推定と目視によるひび割れ調査である。

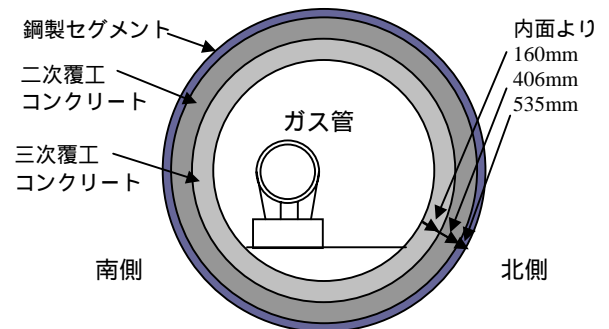


図1 シールドトンネル断面形

### 3. 弾性波速度の測定と圧縮強度の推定

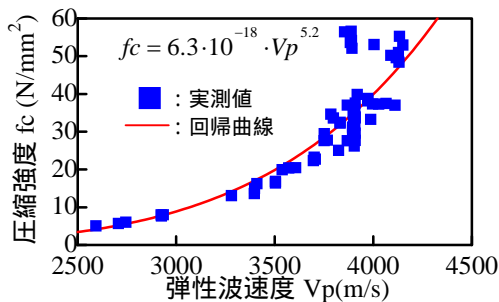


図2 弾性波速度と圧縮強度の関係

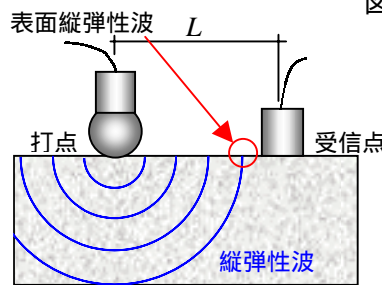


図3 測定方法の模式図



写真1 測定風景

コンクリートの圧縮強度  $f_c$  と弾性波速度  $v_p$  は図2、(式1)に示す相関関係があることは報告した<sup>2)</sup>。そこで弾性波速度を測定し、(式1)を換算式として用いることにより、圧縮強度を推定する。

$$f_c = 6.3 \cdot 10^{-18} \cdot v_p^{5.2} \quad \dots \dots \dots (式1)$$

弾性波速度の測定方法を図3と写真1に示す。コンクリートの表面を鋼球で打撃すると内部を球面状に伝搬する縦弾性波が発生するが、この縦弾性波の表面を伝搬する成分を測定する。衝撃加速度計を取り付けた直径10mmの鋼球でコンクリート表面を打撃し、打撃点から距離  $L$  離れた表面に加速度計を手で押しつけて表面縦弾性波の到達時間  $T_p$  を計測する。

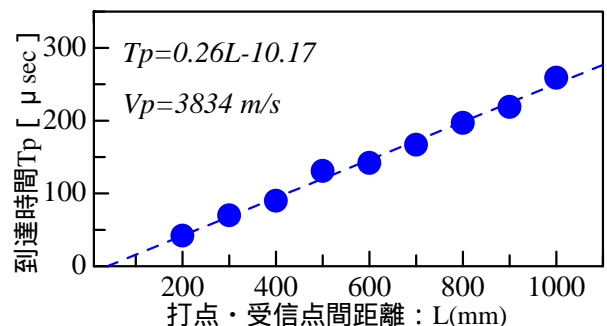


図4  $T_p$  と  $L$  の関係

$T_p$  は  $L$  を 200mm から 100mm 間隔で 1000mm までとして計測し、 $T_p$  と  $L$  の関係式(式2)を最小二乗法により求め、その逆数から弾性波速度  $v_p$  を決定する。測定例を図4に示す。

$$T_p = \alpha \cdot L + \beta \quad \dots \dots \dots (式2)$$

キーワード：衝撃弾性波法、シールドトンネル、維持管理、圧縮強度推定、ひび割れ状況

連絡先：〒143-0015 東京都大田区大森西 1-19-1 TEL 03-5762-2058 FAX 03-3765-5190 E-mail [ksyutou@itoken.co.jp](mailto:ksyutou@itoken.co.jp)

## 4. 測定結果

### 4.1 ひび割れ調査結果

シールドトンネルに発生しているひび割れ幅 0.15mm～0.3mm を記録して、図5に示す。0.3mmより大きいひび割れは発生していなかった。ひび割れの調査は約5年前にも実施したが、前回調査後に、今回の調査で初めて確認されたひび割れは進展ひび割れとして区別した。図より、ひび割れは多く発生しているが、現在はあまり進展していない。

全ひび割れ調査結果から、各位置でのひび割れ総延長を集計した。

天端から各真横までの半分の距離の斜線部分を天端とし、そこから真下までを北側、南側とした。その結果を図6に示す。ひび割れは位置 104mm～150mm 付近、155mm～180mm 付近に集中して発生していることが確認された。

### 4.2 圧縮強度との関係

弾性波速度から圧縮強度を推定した結果を図7に示す。図より、全位置とも設計強度を満足している結果となった。ひび割れの集計結果と比較すると、ひび割れは位置 104m～180m の広範囲で発生しているのに対し、圧縮強度は位置 116m～131m の範囲のみで低下している傾向であった。これから、この範囲外のひび割れは測定上の圧縮強度に影響を与えない程度のものであると考えられる。

## 5. まとめ

ひび割れ測定と弾性波速度の測定結果から、今後の対策を検討した。(社)日本コンクリート工学協会「コンクリートのひび割れ調査、補修、補強指針-2003-」より、幅 0.15mm～0.3mm 以下のひび割れの場合、定期的な観測が推奨されている。今後の対策としては、位置 104m～180m 付近のひび割れの進行度合いを定期的な観測により、確実に把握することとした。特に、位置 115m～135m の弾性波速度からの圧縮強度低下が確認された箇所については、今回の 5m 間隔より短い間隔で弾性波速度の測定等を行い、多方面複合的な検討を加えて施設を管理する方法を検討している。

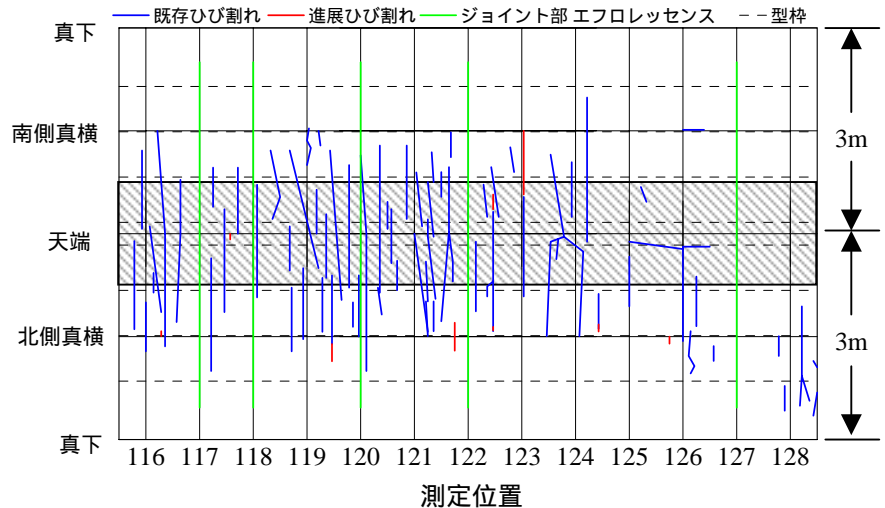


図5 ひび割れ状況図例

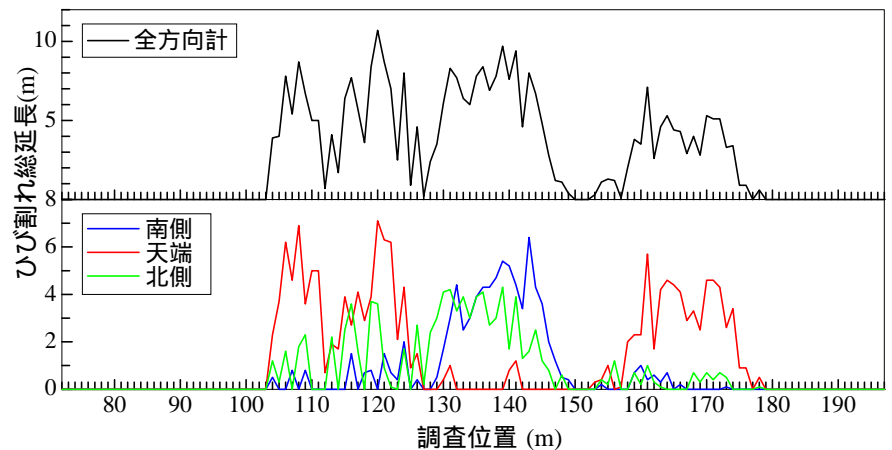


図6 ひび割れの集計結果

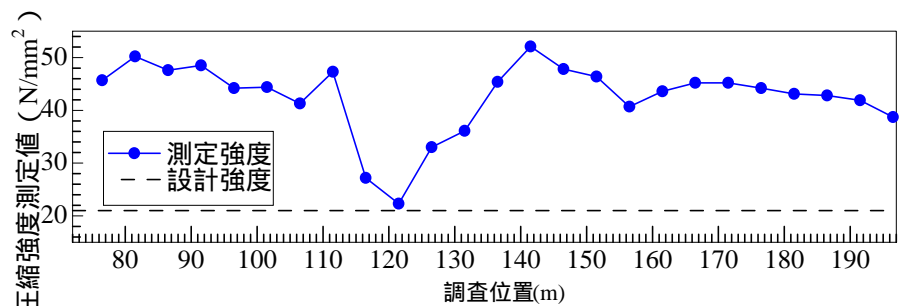


図7 圧縮強度測定結果

参考文献：1)極値他、周波数応答解析によるコンクリートの健全性試験、構造物の診断に関するシンポジウム、土木学会、P121～128、1998

2)非破壊検査によるコンクリートの品質、厚さ、鉄筋かぶり、径の計測に関する共同研究報告書、国土交通省土木研究所、P307～P314、2001