

Ⅲ-B224 超音波緩み測定装置の岩盤空洞への適用

飛島建設 技術研究所 正 松元和伸 正 近久博志 正 小林 薫
 正 中原博隆 正 筒井雅行
 飛島建設 名古屋支店 山田 博

1. はじめに

発破や機械によるトンネルや地下空洞の掘削工事に於いて、地山に発生する緩み範囲を定量的に把握するための試験方法としては、弾性波探査やP S検層などがある。しかしながら、従来の試験方法では空洞天端方向などの上向き方向の測定や形状が球状である場合などの測定は難しい。そこで、トンネルや地下空洞の支保として施工されるロックボルトの孔やアンカーの孔を利用して、孔内の超音波速度の測定により地山に発生する緩み範囲を測定する装置¹⁾を開発し、掘削による地山の緩み範囲を測定した。

本文は、地下空間を利用した地下式美術館「高山祭りミュージアム」²⁾の掘削工事に於いて、施工されるアンカーの孔を利用して本測定装置を用いて測定した地山の緩み範囲の測定結果について述べるとともに、同孔でP波検層により測定した地山の緩み範囲の測定結果³⁾と比較を行い、本測定装置による地山の緩み範囲の測定の妥当性について述べる。

2. 測定方法

図-1に示すように展示トンネルと展示ドームの交点部で1箇所(No.1)、ドーム内で2箇所(No.2、No.3)の位置において掘削された空洞の緩み範囲を測定する。

掘削された空洞の支保として施工されるアンカー孔(直径135mm)を利用して地山の超音波速度を測定し、速度値の違いから緩み範囲を判断する。

図-2にアンカー孔による超音波速度の測定方法を示す。アンカー孔を利用した超音波速度の測定は、超音波測定装置を孔内の所定の位置に挿入した後、エアージャッキで発振子と受振子を孔壁に押しあて、装置を孔内に固定し、発振子と受振子間の超音波の伝播速度を調べる。原位置で測定する前に室内のコンクリート版及び供試体によるキャリブレーションを実施した。空洞内部の測定を実施した位置は、濃飛流紋岩と呼ばれている火成岩のうちの火砕流起源の溶岩質凝灰岩であり、全体的にはC_Hクラスの堅固緻密な岩盤である。

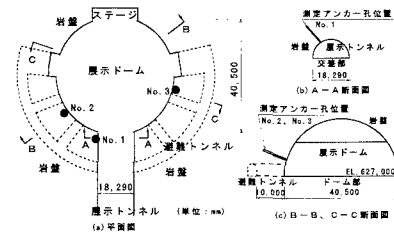


図-1 空洞の緩み測定位置

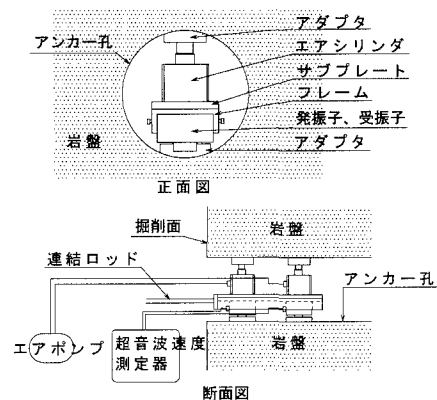


図-2 アンカー孔内の超音波速度の測定

3. 測定結果

3-1 P波検層による測定結果³⁾

超音波速度を測定した同じアンカー孔で実施したP波検層の結果を表-1に示す。

P波検層の結果、No.1とNo.2は掘削面から1.0m~1.5mの深さまで緩んでいることが分かる。また、No.3は緩み領域と思われるP波速度の低下領域はほとんど生じていないことが分かる。

キーワード：地下空洞、発破、ゆるみ、計測

〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬 5472 TEL 0471-98-7572 FAX 0471-98-7586

3-2 超音波速度による測定結果

アンカー孔を利用した超音波速度による測定結果とP S検層による測定結果を比較すると図-3のようになる。同図から、No.1とNo.2では、掘削面からの深さ1.0mと1.5mの間で測定された超音波速度に顕著な差異が現れている。

P波検層のデータを区間速度に換算し、両方法によるデータのバラツキを図-4（緩み領域）および図-5（非緩み領域）に示す。区間速度で比較すると超音波速度による方がP波検層による方法よりバラツキが小さく、区間速度の相違により緩みを測定するには有効な方法であると考えられる。P波検層は、孔口からの伝播時間の差異により区間の平均的な速度を測定しており、途中に開口幅の大きい亀裂が存在した場合にはそれを含んだ値を示すが、超音波速度による方法では、短い距離間の速度を測定することになるためP波検層で測定できた亀裂を含まない場合も考えられ、多少大きめの値を示すことが予想される。亀裂性岩盤を対象にした超音波による緩み測定の結果、ゆるみ領域の伝播速度は、発破や掘削による岩盤内の潜在亀裂の開口により低下したものと考えられる。

4. まとめ

アンカー孔を利用した超音波速度の違いから、空洞掘削時の岩盤の緩み範囲を測定し、同孔で実施したP波検層の結果と同程度の緩み範囲が得られた。コンクリート等の亀裂のほとんどない構造物に対する適用性については既に示している¹⁾が、亀裂性の岩盤に対しては、よりバラツキを押さえ、精度を上げるために、測定ピッチを小さくしたり、振動子の発振エネルギーを増加させ振動子間隔長くするなどの方法を今後考えている。このような岩盤空洞の掘削工事において、緩み範囲を測定する方法としてアンカー孔やボーリング孔を利用した超音波速度の測定は手軽で有効な方法であると思われ、今後も、トンネルや地下発電所などの大規模な岩盤掘削工事などにおいて活用したいと考えている。

参考文献

- 1) 中原博隆、近久博志、松元和伸、渡辺博、前川和則：ボーリング孔を利用した超音波速度の測定、土木学会第52回年次学術講演会概要集、V-351、pp.702-703、1997
- 2) 中田金太、近久博志、吉元洋、小林薫：国内初の岩盤地下美術館 高山祭屋台美術館の計画、トンネルと地下、Vol.27、No.3、pp.219-225、1996
- 3) 松元和伸、近久博志、小林薫、中原博隆、筒井雅行：高山祭り美術館における発破による周辺地山の緩み、土木学会第52回年次学術講演会概要集、III-B145、pp.290-291、1997

表-1 P波検層による測定結果

測定位置	孔番号	V ₁ (km/s)	V ₂ (km/s)	緩み範囲 (m)
7'ローションとドームの交差部	No. 1	1.8	4.2	1.0~1.5
ドーム部	No. 2	2.4	4.5	1.0~1.5
	No. 3	4.8	4.8	0~0.25

※ 表中に緩み範囲が0~0.25mと記載しているのは、P S検層を実施する際に掘削面から0.25mの所に最初のピックアップを設置したため、0.25mより浅い位置での速度変化の判別ができないためである。

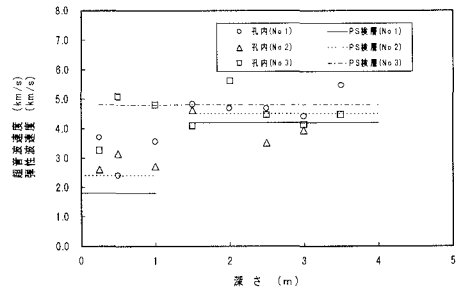


図-3 7'ホー孔内の超音波速度とP波速度の比較

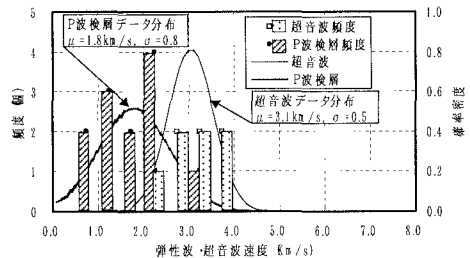


図-4 区間速度のバラツキ（緩み領域）

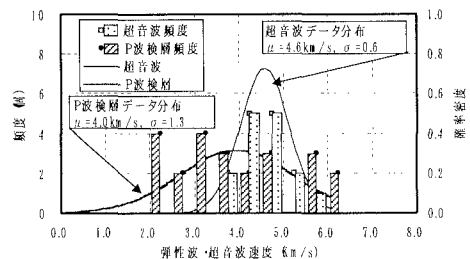


図-5 区間速度のバラツキ（非緩み領域）