# 掘削時の発破を起振とした地山弾性波速度モデルの構築と施工との対比 -新北陸トンネル(大桐)での試行-

(独)鉄道·運輸機構 正会員 小林 寛明 滝澤 日香里 正会員 若林 功起

(株) 熊谷組 正会員 ○中本 大悟 正会員 石濱 茂崇 正会員 青木 宏一

### 1. はじめに

通常,トンネル工事においては,計画や調査段階で地表面での発破を起振とし,線形上で弾性波探査が実施 されていることが多い.しかしながら,計画段階から認可まで長年の年月を要する新幹線トンネル工事におい ては,計画段階の線形と工事実施時期の線形とが異なる場合がある.本工事においても計画段階と工事実施時 期とでは線形が異なっているが,弾性波探査結果については,設計・施工上の影響は少ないと判断し,計画段 階の線形で実施された弾性波速度を用いている.

一方,筆者らは,切羽前方地山予測の高精度化を図る方法として,トンネル掘削時の発破振動を利用して, 坑内と地表面間との弾性波トモグラフィ探査(連続発破トモグラフィ)を実施している<sup>D</sup>.この方法は,調査 段階で実施された弾性波探査結果による地山弾性波速度モデルを「基図」とし,施工中の発破を用いた探査に より地山弾性波速度モデルを修正し,前方地山予測の高精度化を図る方法である.しかしながら,本工事のよ うに弾性波測線と現在の線形とが一致しない場合は,連続発破トモグラフィを適用することは困難である.

そこで本工事では、切羽前方地山予測の高精度化を図ることを目的とし、連続発破トモグラフィの適用を見 据え、一般的な事前調査で行う地表面を起受振とした弾性波探査ではなく、掘削中の発破を起振とした弾性波 探査を行い地山弾性波速度モデルの構築を試みた.

## 2. 工事概要

新北陸トンネルは,北陸新幹線(金沢・ 敦賀間,工事延長 L≒114km)のうち,全 長 19,680mのトンネルで,本工区は,本 坑延長 3,605m,斜路延長 485m である. 本工事の特徴として,北陸自動車道敦賀ト ンネルの下を交差することが挙げられる (離隔距離約 56m).

出現する地質は,美濃帯の堆積岩類(砂 岩,粘板岩等)を主体とし,これらに貫入 した白亜紀の花崗岩類や新第三紀のひん 岩も出現する.なお,地質縦断図には地山 弾性波速度モデルはなく,弾性波速度値の みが示されている.



図-1 工事概要図および地質縦断図

#### 3. 調査概要

今回の地山弾性波探査では、周辺環境の諸条件(主に騒音・振動)が制限されたために、地表面からの発破 ができない状況であった.このため、今回の探査は、起振点を地表に設けずに坑内の発破のみを起振点として 探査を行うこととなり、起振を測線の片側のみから行う「片走時」となった.探査範囲は、図-2に示す1,500m の区間で、地表面の受振点間隔は10mとし、一回あたりの計測長が470mのために探査は4回に分けて行っ た.なお、計画段階の弾性波探査は、現在の線形より最大で約450m離れた位置で実施されている.

キーワード 山岳トンネル,発破,地山弾性波速度モデル,連続発破トモグラフィ,片走時 連絡先 〒920-8721 石川県金沢市広岡2丁目13番5号 MHM 金沢ビル2階 TEL:076-208-3195



図-2 地山弾性波探査範囲平面図

## 4. 探査結果および施工実績との対比

地山弾性波探査結果によって得られた地山弾性波速度モデルは図-3 に示す. 今回の探査は,前述のように 片走時であることから,探査精度が相対的に低いと考えられる. また,一般的な弾性波探査結果と比較すると 発破位置から離れるに従って速度が低下する傾向がみられた. このような場合,相対的に低速度の箇所と相対 的に高速度の箇所とのコントラストが顕著とならないことから,速度低下位置が明瞭ではない. ただし,図-3 に示す 7 箇所(①~⑦)においては,やや不明瞭であるものの速度低下の傾向がみられる箇所を抽出すること ができた.

抽出した速度低下の傾向がみられる箇所について,掘削が完了した探査距離 500m 付近までの施工結果との 対比を行った.当該区間の掘削中では,図-3の距離 400m 付近おいて大量の湧水(5t/分)がみられ,距離 500m 付近において比較的大きな変位(最終変位=188.1mm)が認められた.湧水箇所は,図-3の探査結果に示した 速度低下傾向がみられた箇所(②)からは 50m 程度離れているものの,全般的にやや弾性波速度が低い区間 であった.また,湧水箇所以奥についても弾性波速度が比較的遅い区間が続いており,変位箇所においても弾 性波速度が比較的遅い区間となっている.以上の結果から,今回実施した探査によって得られた地山弾性波速 度モデルは,概略ではあるものの当該地山状況を反映していると考えられる.



図−3 掘削中の発破を起振とした地山弾性波速度モデルと施工実績

## 5. まとめ

今回の探査の結果は、一般的な地表面を起振とした探査と比較するとやや精度は低いものの、地山状況の傾向を捉えることは可能と考えられる。本工事のように、調査・計画段階の弾性波探査が施工段階の線形とは異なる位置で実施されている場合においては、本方法は前方の地山状況を概略で捉えるためには有用と考えられる。また、今回の探査で捉えられた概略の地山状況については、その後の先進ボーリング等の前方探査計画に資するデータとして活用できると考えられる。

坑内の発破弾性波を継続的に捉える連続発破トモグラフィを今後実施予定であるが、両走時となるような探 査方法(例えば隣接工区の発破の利用)を試みることにより精度向上を図りたいと考えている.

#### 参考文献

1) 片山政弘,石濱茂崇,青木宏一,山内郁人:掘削発破振動弾性波の簡易取得法と連続的なトモグラフィ解析結 果について,土木学会第69回年次講演発表会講演集,2014.