

弾性波探査による老朽化した吹付法面の調査事例

応用地質(株) ○鈴木 和也

〃 青木 龍一郎

1. はじめに

昭和 30 年代後半から整備されてきたコンクリートやモルタル吹付法面は、建設後 40 年以上が経過しており、その多くで老朽化が進行している。また、老朽化に伴う法面の崩壊事故が発生した事例もあり、南海トラフによる地震も切迫している昨今では、法面の健全度を評価するための調査が積極的に実施されている。

老朽化した吹付法面の健全度調査としては、熱赤外線映像法やハンマー打診法、調査ボーリング、弾性波探査等の手法が挙げられる。これらの中でも弾性波探査は、現地踏査や他の調査結果と組み合わせることにより、簡便かつ面的に背面地山の状況を推定することができるため、有効な調査手法の一つといえる¹⁾。

本報文では、老朽化した吹付法面の健全度調査における、弾性波探査の適用事例について報告する。

2. 調査地の概況

調査地周辺の地形は、比高差 200m 程の急峻な山地と海岸沿いの狭隘な低地に大別され、宅地の多くは、海岸沿いの低地に密集している。このため、宅地の背面では多くの箇所、吹付けによって保護された法面が整備されている。

地質は、白亜紀後期の四万十帯からなり、成層した砂岩泥岩互層で構成される。地表に露出する岩盤の多くは、土砂状～網目状に割れ目が発達し、風化により岩芯まで軟質化している。

調査の対象とした吹付法面は、昭和 50 年代に整備された法面であり、多数のヘアークラックが認められる他、一部では吹付のはらみ出しも生じている。

3. 調査手法の検討

調査は、クラックやはらみ出しの原因および対策の要否を判定する目的で実施した。

クラックの原因としては、主に吹付け自体の劣化と法面背面の地山の劣化に起因する変状が考えられる。そのため、吹付自体の劣化についてはハンマー打診法および目視観察による法面調査を実施した。

法面背面の地山に対しては、弾性波探査を実施することとした。法面の掘削によって地山の劣化が生じると、地山の速度構造は掘削前の状況から変化し、法面に沿って低速度部が垂れ下がるような構造になることが多い(図-1)。そのため、掘削によって地山の劣化が生じて

いる場合、吹付法面縦断方向の弾性波速度構造を把握することで、地山の劣化の有無を推定することができる。

そこで、法面背面の地山状況については弾性波探査と現地踏査を併用した調査を行うこととした。

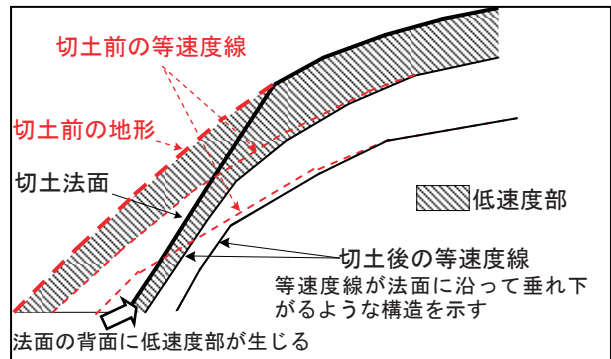


図-1 経年劣化による弾性波速度構造の変化

4. 弾性波探査の概要

弾性波の起振には、一般に火薬を使うことが多いが、調査対象の吹付法面直下には民家が近接しているため、振動や騒音による影響の少ないカケヤによる起振を行った。地震計は、表層地盤の詳細な速度層の把握が重要であるため、吹付法面上では 1.0~2.0m の間隔で設置し、その上方斜面では 2.5~5.0m の間隔とした。なお、吹付け区間の測定に当たっては、吹付けの影響を排除するため、吹付けに径 3cm、深さ 20cm (吹付厚+10cm 程度) の孔を穿孔し、地山内に地震計を挿入することで対応した(図-2)。

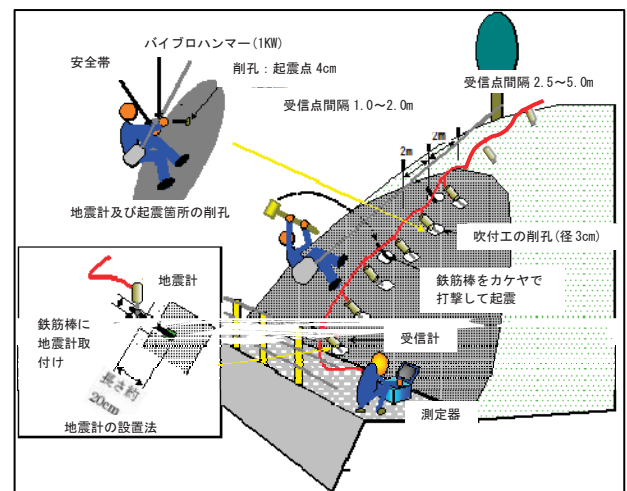


図-2 弾性波探査の測定概要 (吹付け法面区間)

5. 弾性波探査結果

背面地山の弾性波速度は最深部で約 4.0km/sec となっ

ており、等速度線の間隔は概ね3.0~5.0mとなっている。

法面部では3.0km/sec以下の等速度線が深度4.0m未満の間で密になっており、表層1.0m程度の範囲には、0.9km/sec以下の低速度部が認められる(図-3)。

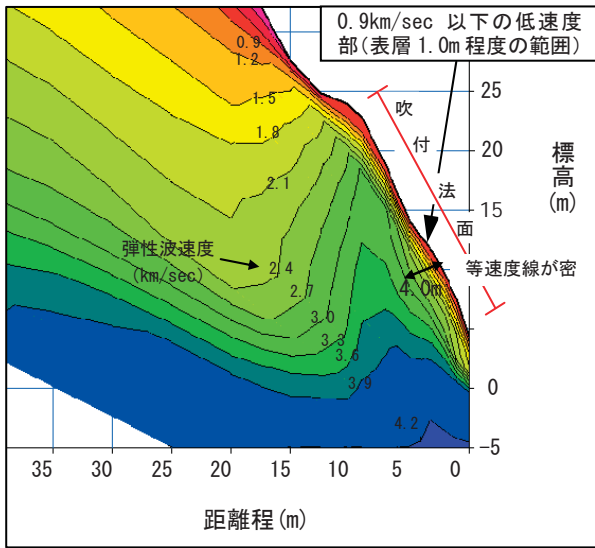


図-3 弾性波探査結果図

6. クラックの発生原因及び対策の要否に関する検討

現地踏査の結果、吹付法面上方の地山表層には土砂化した強風化岩が分布し、その下部には、風化により岩芯まで軟質化した、開口亀裂が多数発達する岩盤が分布していることが明らかとなった(写真-1)。



写真-1 土砂状強風化部と開口亀裂の発達する岩盤の境

これらの岩盤が分布している範囲では、傾斜30°程度の自然斜面でも崩壊している様子が認められた。このことから、これらの岩盤が傾斜60~70°の法面部に分布していた場合、変状の原因となっている可能性があり、将来的にも不安定化する可能性があると考えた。

そこで、弾性波探査結果を利用し、法面部におけるこれらの岩盤の存在の有無について検討することとした。

現地踏査結果によると、土砂状強風化部の厚さは、吹付法面上方の斜面表層で1.0m程度となっている。一方弾性波探査結果では、表層1.0m程度の範囲に対応する速度は、0.5km/sec以下であるため、0.5km/sec以下の範囲を土砂状強風化部とした。

土砂状強風化部の下部に分布している緩みの進んだ強風化岩の厚さは、既往の崩壊深および現地の露出状況から、厚さは1.0~3.0m程度と推定し、弾性波探査結果で同程度の深度及び厚さに相当する0.5~0.7km/secの範囲を、緩みの進んだ強風化岩部とした。なお、0.7km/sec以上の範囲については、現地状況から安定な岩盤と推定した。

上記の推定に基づくと、法面部では土砂状強風化部と想定される0.5km/sec以下の範囲は認められないものの、緩みの進んだ強風化岩部と想定される0.5~0.7km/secの範囲は深度1.0m程度まで認められる(図-4)。

以上から、吹付法面に生じている変状は、吹付面自体の劣化に加え、背面地山の劣化に起因している可能性があるため将来的にも不安定化が進むと判断し、補強等の安定化対策が必要と判断した。

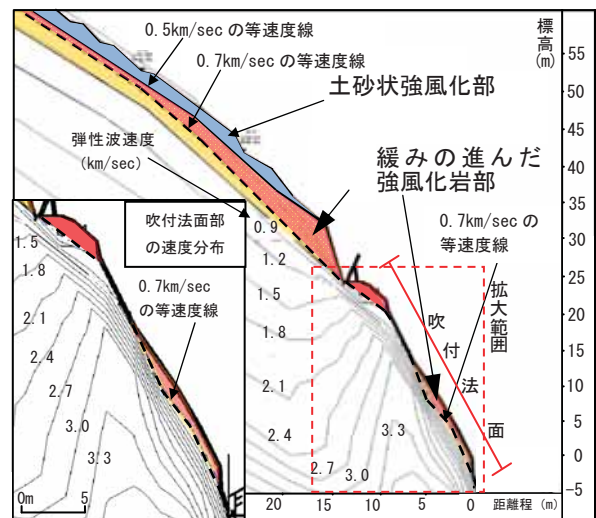


図-4 推定地質断面図

7. おわりに

本報文では、老朽化した吹付法面の健全度調査に弾性波探査を適用した事例を紹介した。

弾性波探査は背面地山の劣化の有無や、その範囲を推定することが出来るため、老朽化した法面の健全度調査においても有用な手法の一つである。

中部地域は、他の地域に比べると急峻な斜面が多くみられる地域であるといえ、海岸沿いの斜面に限らず、これまでに多数の吹付け法面が整備されている。これらの多くが今後更新期を迎えることから、弾性波探査による吹付法面の健全度調査も今後増加するものと考えられる。

私は、今回の調査で得た経験を活かし、一人の技術者として安全、安心な社会の構築に貢献していけるよう努めていきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 社団法人物理探査学会斜面等健全検討研究委員会：老朽化吹付け法面の調査・対策の手引き，pp.31~59，2006.9