

## V-84

## 地中探査システムを用いた舗装構造調査の解析法

東京都建設局 正会員 関口 幹夫  
ジオ・サーチ(株) 正会員 稲垣 正晴

## 1. はしがき

東京都では、平成3年以来、舗装管理情報システム用データベース整備の一環として、舗装構造調査を実施してきた。調査の手法については第19回道路会議<sup>1)</sup>に、結果の統計的考察については同会議第20回<sup>2)</sup>にそれぞれ報告した。3年間の調査実績を踏まえて、地中レーダー記録をいかに解析し結果を導くかという手法が大概確立したものと考える。ここではその解析法について原理的側面に着目して報告する。

## 2. 区間分け ー 概査ー

地中探査システムによる舗装構造調査の解析は、図-1のフローに示すように、第1段階の区間分けと第2段階の舗装縦断面図の作成から成る。既存道路の舗装構成のデータベース化はこの区間が1個のデータ範囲となる。区間分けの方法は層構成の異なる変化点を捉えることによるが、機械的に行われるわけではない。区間分けの判断法を表-1にまとめる。

①記録の様子が変わった点では原則として分割する。ただし、踏切、橋、局部補修の場合があるので確認が必要である。

②アスコンと路盤（碎石）境界からの反射は、比誘電率の差が大きく、通常非常に鮮明であるため、アスコン厚に注目する。アスコンの比誘電率のバラツキは4～6程度で較正による層厚の誤差は小さく、記録上の層厚変化点で分割することができる。

③層数の違いは、舗装構成の違いを意味するため、明らかに別の区間とすべきである。

④アスコン厚が同一であっても碎石層厚が異なっていれば、当然別の区間として扱う。しかしながら、碎石層はアスコン層と比較して変動が大きい。このため変動に惑わされずある程度長い区間にわたって、系統的に均一な層厚が確認できる場合にのみ単一区間として分割すべきである。

⑤碎石層厚が同一でも路盤／路床境界の反射強度が異なる場合がある。これは材質が違っていることを示すものの、それが路盤材であるか、路床土であるのかは地中レーダー記録だけでは判断できない。多くの例を見ると、都下ではローム層が断続的に現れることが多い。路床土としてのロームは含水率が高く、比誘電率は20以上になるため、強い反射はロームによることがわかった。この場合、路盤材が異なる訳ではなく、分割する必要はない。

以上のように、地中レーダー記録を用い機械的ではなく、表-1に示した観点に基いて合理的な区間分けを行う。

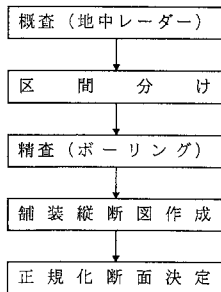


図-1 全体調査フロー

表-1 区間分けの判断法

|   | 判別のポイント           | 分割の是非                                       |
|---|-------------------|---------------------------------------------|
| ① | 記録の様子が変わる。        | 踏切、橋、局部補修でないことを確認して分割する。                    |
| ② | アスコン厚（記録紙上の）が異なる。 | 原則として分割する。                                  |
| ③ | 層数が異なる。           | 原則として分割する。                                  |
| ④ | 層厚変動が大きい。         | 短区間変動は分割せず、系統的に均一と考えられる場合は分割する。             |
| ⑤ | 反射強度が異なる。         | アスコン／路盤境界は原則として分割する。<br>路盤／路床境界は原則として分割しない。 |

### 3. 舗装縦断面図の作成 —精査—

正規化した舗装構成の決定に先立ち、ボーリングデータとの照合により舗装縦断面を作成する。ボーリングデータの機能は材質の決定と地中レーダー記録の校正である。材質は目視あるいは写真観察によって決定される。電磁波速度は材質によって異なるため、記録上の厚さから実厚への校正係数は層により固有の値を持つ。図-2に校正の模式図を示す。

ボーリングと地中レーダーのデータ照合は、全く自動的に比較するのでは不十分である。比誘電率には、その材質の持つ標準的な値があり、その値を甚しく逸脱すると正しい校正をすることができない。アスコンは前述の通り4～6、碎石についても図-3に示すように、含水率と間隙率によって変化するものの、無制限にバラつくわけではなく、理論的にも統計的にもおよそ6～9の範囲には入る。また、地中レーダー探査車が時速30kmという速度で走るためボーリングとの位置ずれによるバラツキも当然存在する。

ボーリングデータは原則として1区間に1箇所取得されるが、その区間固有の校正係数を決めるには、ボーリングデータのバラツキを考慮すべきである。1路線全体を概観し、複数点の傾向をまず見る必要がある。全体的に標準値と認識されるのであれば、平均を基準値とする。もし局所的に異常値が出たら、その値を除いた全体平均を採用すべきである。局所異常値を除いた平均値を使用することによって誤差の相殺化を正しく行うことができる。

$$\sqrt{\varepsilon} = \eta_a \sqrt{\varepsilon_a} + \eta_v \sqrt{\varepsilon_v} + \eta_s \sqrt{\varepsilon_s}$$

$$\varepsilon_a = 1, \varepsilon_v = 81, \varepsilon_s = 4$$

$$\eta_a = \phi - \eta_v, \eta_s = (1 - \phi), \eta_v = \frac{2.5\gamma(1 - \phi)}{1 - \gamma}$$

$\phi$  : 間隙率、 $\gamma$  : 含水率、 $\varepsilon$  : 混合物の比誘電率

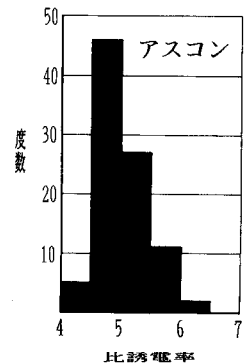
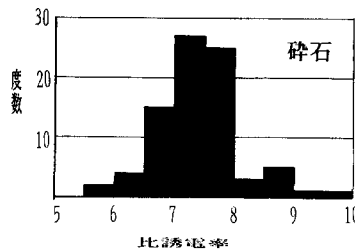
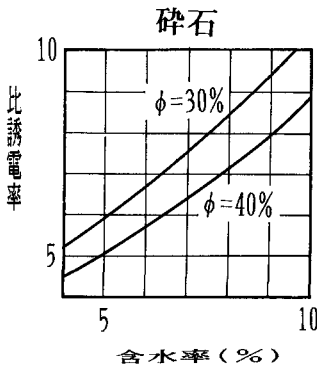


図-3 碎石（理論値と統計値）とアスコン（統計値）の比誘電率

### 4. 結論

地中レーダーによる舗装構造調査の解析は、最終的にデータベースに入力される正規化された舗装構成を知ることを念頭に置いて、合理的な区間分けと、誤差を相殺化するような適切な校正係数を使用することによって有効に実施される。

### 参考文献

- 1) 関口幹夫・富田洋・稲垣正晴：舗装構造調査システムの開発、第19回日本道路会議一般論文集、平成3年10月
- 2) 関口幹夫・稲垣正晴・堀江龍也：地中探査システムを用いた舗装構造調査実施例、第20回日本道路会議一般論文集、平成5年10月

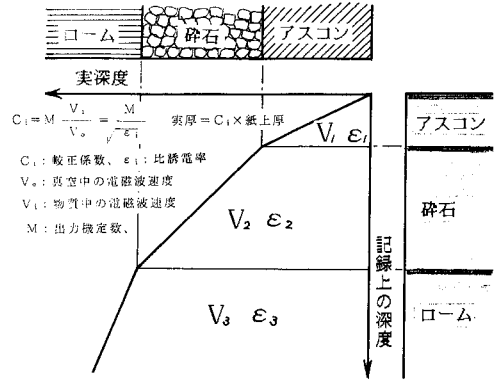


図-2 校正の模式図