

トンネル覆工に添加されたモルタルの健全度判定に関する検討

— 非破壊検査手法を用いたモルタル付着状況推定 —

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○藤井 大三
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 小林 俊彦
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 金子 幸弘

1 はじめに

逆巻工法で施工されたトンネルのアーチと側壁の接合部には、一般に間詰モルタルが充填されているが、山陽新幹線では、美観上の配慮からと思われる化粧モルタル（図-1）（以下「接合部表層モルタル」という。）が仕上げに施工されていることが多い。

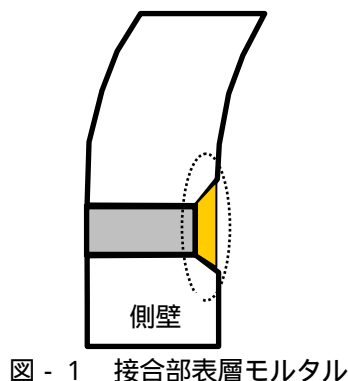


図-1 接合部表層モルタル

これらは後付けされたモルタルということもあって十分な付着力を有していないことがあり、また、通常のコンクリートとは打音や打感が異なるために、検査における判断がやや困難である。

この表層モルタルの剥落が列車の安全走行に影響を及ぼす恐れはないが、管理上好ましくないことから、適切な処置が必要であると考えている。

そこで、今回、当社で非破壊検査装置として導入しているトンネル覆工内部探査装置¹⁾により、接合部表層モルタルの付着状況の定量的な把握が可能かどうかについて検討を行ったので、その検討結果について報告する。



写真-2 探査装置を用いた検査状況

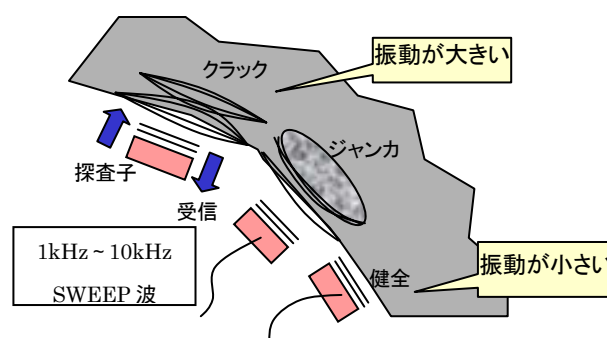


図-2 探査装置の診断原理

2 トンネル覆工内部探査装置

トンネル覆工内部探査装置は、探査子と本体機（写真-1）とからなり、トンネル覆工表面に探査子を押しあて（写真-2）、可聴領域の音波（低周波弾性波）を挿入して、その振動応答特性より、変状の有無、種別と深さを非破壊により推定する装置である。（図-2）



写真-1 探査装置（左：探査子、右：本体機）

3 検討方法

今回、山陽新幹線トンネルの接合部表層モルタル30箇所を選定して、これらに対して実施した打音検査、一軸引張による付着力試験、はつり面の観察結果と本探査装置による測定結果より、付着状況を定量的に評価できるかについて検討をおこなった。（図-3）

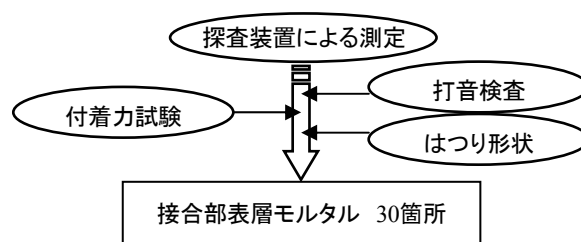


図-3 検討方法

キーワード：トンネル、モルタル、非破壊検査、低周波弾性波

連絡先：〒530-8341 大阪市北区芝田2丁目4番24号 TEL 06-6375-8841 FAX 06-6375-8915

4 検討結果

(1) 打音判定別の反射レベルと付着力の関係

図 - 4 は、本装置により一定の加振を与えて得られる反射エネルギーレベル(1000Hz～5000Hz 域の信号レベルの積分値)と付着力の関係を打音判定別にプロットしたものである。

健全と判定した測点でも付着力が得られなかったり、異音と判定した測点でも付着力が得られていたり、打音結果により付着力を分類するとばらつきが見られるが、これは、添加されたモルタルの場合、打音では異音が聞き分けにくいことに起因していると考えられる。

一方で、反射レベルの大きさと付着力の相関性をみると、例外はあるものの、反射レベル 6.00×10^{-5} (図中の点線) で付着力の有無が区分できる。

ちなみに、これらの例外ケースは、付着力が得られているにも関わらず「付着力なし」のレベル領域に存在しており、健全度判定としては安全側に位置付けられる。

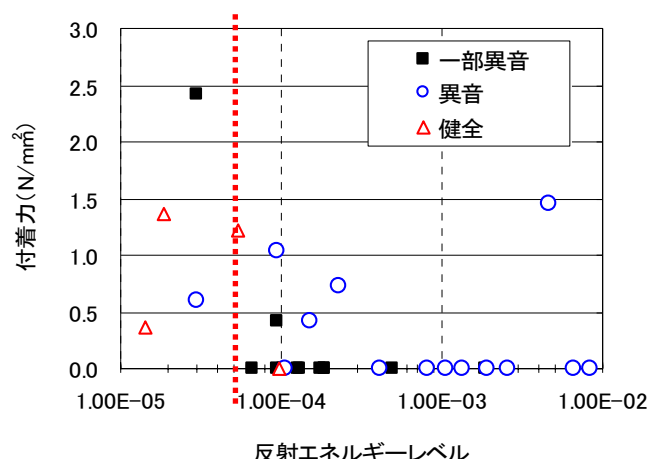


図 - 4 打音判定別の反射レベルと付着力の関係

(2) モルタル厚み別の反射レベルと付着力の関係

次に、図 - 5 に接合部表層モルタルの厚み別に見た反射エネルギーレベルと付着力の関係を示す。

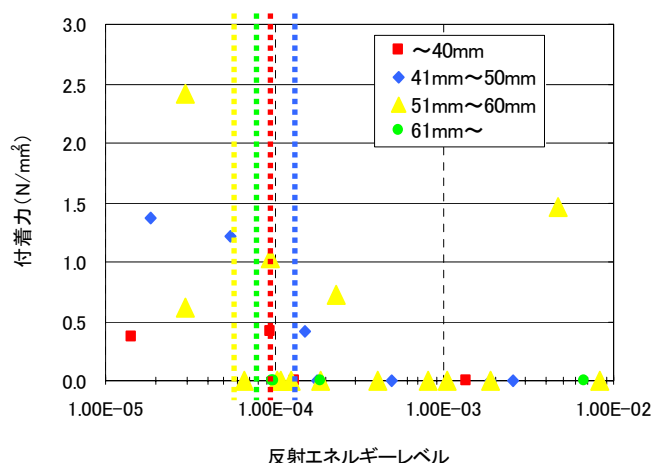


図 - 5 モルタル厚み別の反射レベルと付着力の関係

厚みの大きさによって、若干の値の大きさは異なるものの、概ね 1.00×10^{-4} 付近に付着力の有無の閾値を設定することができる。

なお、表層モルタルには様々な厚みのものが施されているが、今回の 30mm 前後～70mm 前後までの厚みの場合には、先述の反射レベル 6.00×10^{-5} の閾値が安全側であり、この値をもって付着状況が判断できると考えられる。

以上をまとめると、表 - 1 に示すように、本測定装置による反射エネルギーレベルからモルタルの付着状況が推定できると考えられる。

表 - 1 本装置による付着状況推定

反射エネルギーレベル帯域	付着力(N/mm ²)	判定
～ 6.0×10^{-5}	約 0.4～2.5	付着あり
6.0×10^{-5} ～	計測不能	付着なし

5 その他の検討

今回、本装置以外の非破壊検査手法についても、同様に検討を試みたが、課題が残される形となった。詳細は省略するが、表 - 2 にその検討結果の概略を示す。

表 - 2 その他の非破壊検査手法の検討

検査手法	概 要
赤外線システム	強制加熱方法に課題。付着にもっとも影響すると考えられる厚みの大きい中央部分の状況把握が困難。
電磁波レーダ	探査画像より境界層の把握は可能であるが、付着状況までは把握できない。

6 おわりに

当社では、漏水（漏水痕含む）のある接合部表層モルタルについては、今後計画的にはつり落とすこととしている。しかしながら、漏水もなく、打音の結果「健全」と判定したモルタルについては、最終的に存置としており、これらについては、今後、本装置による測定をおこない、打音判定を補完した後に最終的な健全度判定を行うことで、モルタルの剥落防止に万全を期したいと考えている。

参考文献

1) 松井ら：トンネル覆工内部探査装置の開発、土木学会第 56 回年次学術講演会概要集 P.806 - 807、2001.10