

VI-245

3連MFシールドの裏込注入材充填管理方法の開発

鹿島建設(株)技術研究所	正会員	五十嵐	寛昌
大阪市交通局	正会員	高崎	肇
同 上	正会員	植林	俊光
鹿島建設(株)技術研究所	正会員	広野	進
同 関西支店	正会員	中尾	努

1. まえがき

大阪ビジネスパーク駅工事に採用した3連MFシールド機は、幅17.3m×高さ7.8mと横方向に非常に扁平な形状であり、かつテール部では中柱がないのでスキンプレートが厚い($t=110\text{mm}$)。さらに、左右の円形トンネル接合部（かもめ部と称している）においては同時裏込注入管の装備により、テールボイド厚さは最大で260mmとなり（図-1）、掘削1m当たり約 7m^3 のテールボイドが発生する。このテールボイドは、周辺地盤変状抑止及び近接構造物への影響低減の観点から、また、覆工構造の安全性確保のため特に下側のかもめ部の地盤反力が必要であり、発生と同時に確実に充填される必要がある。

従来からシールドトンネルの施工に当たってテールボイドの充填は同時注入などの方法で行われてきているが、3連MFシールドは、形状が特殊であり、これまでに施工実績がないことから、材料選定及び注入方法については各種実験をもとに決定した¹⁾。

実施工時における充填状況の確認についてはこれまで確立された方法はなく、施工時の管理（注入圧管理、または注入量管理）に頼っているのが実状である。今回の施工において、非破壊調査法の一つである超音波法を用いた新しい充填管理方法を開発したので報告する。

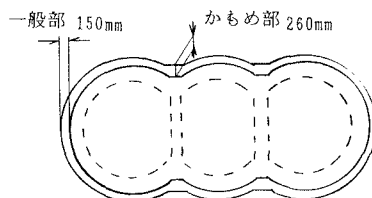


図-1 テールボイド厚さの説明図

2. 原理及び実験方法

図-2に示すように、超音波の発振子及び受振子を10cm離してセグメント（鋳鉄製、厚さ2cm）に押し当てて伝播波形を測定する。このときの伝播波として考えられるのは、直接波（図中-①）、セグメントと背面材料との境界面で発生する反射波（同②）、セグメントが板として振動して生じる表面波（板振動とも呼ばれる、同③）であり、想定される波形は図-3のとおりである。これらの波のうち最も早く伝播するのは発振子から受振子に直接伝播する直接波①であり、次に境界面で反射する反射波②、その後表面波③が測定される。特に、表面波の性状はセグメントの背面部の材料により大きく影響を受ける。すなわち背面部の材料が裏注材のようにセグメントに対する拘束力の大きいものであれば表面波は小さくなり、空気のように拘束力の小さい場合には逆に大きくなるものと想定される。

今回の実験ではセグメントの背面部の状況を変化させ、ケース1：裏注材が良好に充填されている状態、ケース2：セグメント背面と裏注材との間にテールシールド

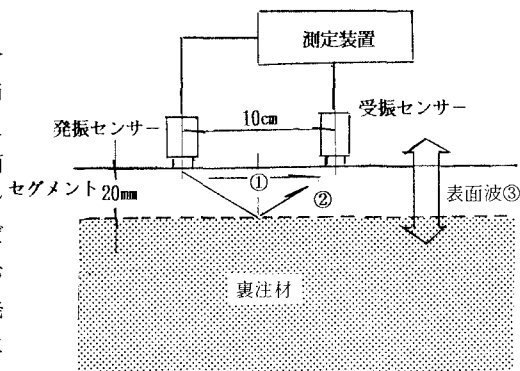


図-2 実験方法

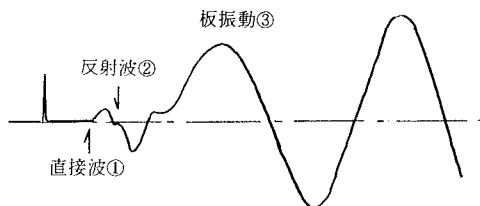


図-3 想定される波形

グリスが薄く(1cm厚)挟まっている状態、ケース3:泥土の状態、ケース4:水の状態、ケース5:空気の状態、の5ケースについて、伝播波形の特性を検討した。

3. 実験結果

立坑内の仮組みセグメント部において5種類（前記5ケース）の背面状況を作成し、セグメント表面で測定した伝播波形を図-4に示す。測定結果から、ケース1:裏注材が良好に充填されている状態では、直接波と思われる高周波の波動が見られるが表面波はほとんど見られない。これに対し、ケース5:空気の場合は表面波成分が大きく、その継続時間は12000 μ sec以上である。また、ケース2:セグメント背面と充填材との間にグリスが薄く(1cm厚)挟まっている状態、ケース3:泥土の状態、ケース4:水の状態、については表面波が3000~8000 μ sec以上まで継続するが、ケース3、4は表面波成分の中に直接波の高周波成分が含まれた波形となっており、ケース2とは異なっている。これらのことから、充填材が良好に注入されている状態と、グリスが薄く(1cm厚)挟まっている状態、泥土または水が存在する状態、空気の状態の4種類の状態を判別することが可能であることがわかった。

以上の結果を踏まえ、実施工のセグメントについて測定した。このうち一部において、セグメント背面と充填材との間にグリスが薄く挟まっている状態（ケース2）と同様の結果が得られたが、測定位置を十数cm移動させて再度測定した結果、裏注材が良好に注入されている場合（ケース1）と同様の結果が得られたことから、覆工構造の安定上問題にならないと判断した。なお、近傍に注入孔等が存在する箇所においては探査棒を挿入し測定結果の妥当性を確認した。

4. あとがき

シールドの裏込注入管理については従来から種々の検討がなされてきたが、今回報告した超音波法は判断基準が比較的明確であり、探査棒等による直接確認のできない箇所を含め本工事の施工管理方法として採用している。

〔参考文献〕

- 1) 葛野、高崎、五十嵐、岡田、玉井：3連MFシールドの裏込注入に関する実験的考察、第30回土質工学研究発表会講演集、1995.7

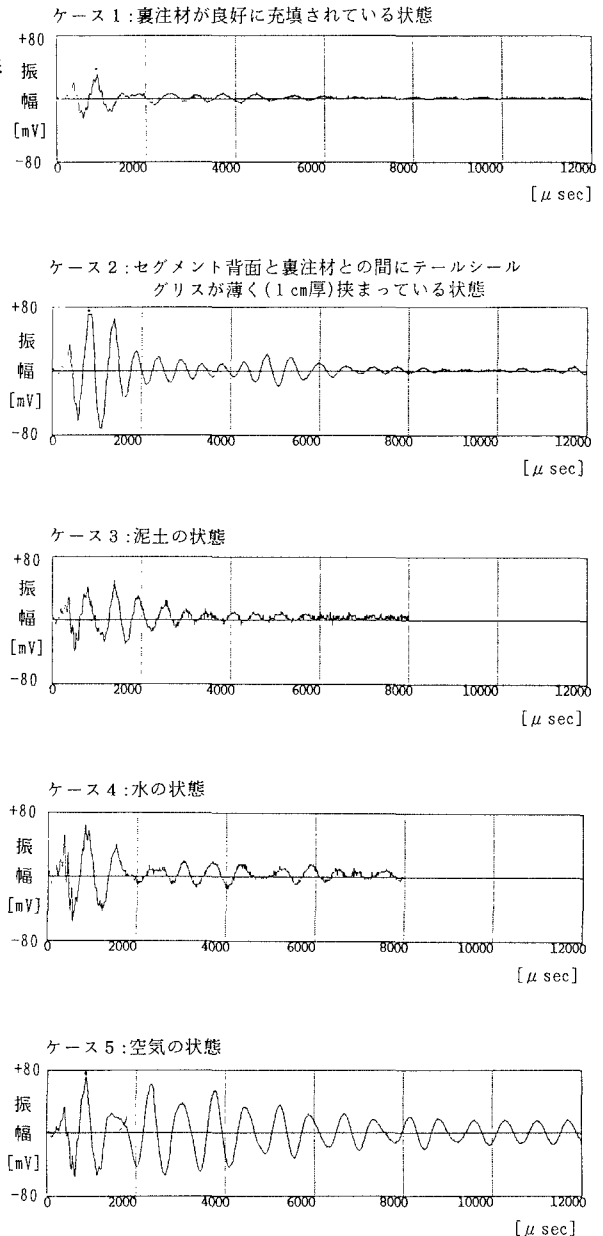


図-4 実験結果