中間立坑のＮＯＭＳＴ到達　－埼玉高速鉄道線における施工報告－

日本鉄道建設公団　正会員　石徳　博行　　正会員　古谷　聡
熊谷組　焼田　真司　　山上　亨　　正会員　増澤　伸司

１．はじめに

NOMST 工法は人力による鏡切りが必要のない発進工法として発展してきたが、到達にも NOMST を採用する施工例が増加している。しかし、到達に NOMST を用いた場合、切削中にシールド機や地表面に大きな振動が発生した事例がある。当該工区においても同様の懸念があるため、計測管理を併用しシールド機を制御した。

２．振動対策

(1)シールド機による対策

当該シールド機における NOMST 用先行ビット配置の基本的考え方は、先行ビットがパス部分を筋切りし、パス間部分の隣接破壊を誘発するというものである。この隣接破壊をスムーズに発生させるため、最前面に NOMST 切削用先行ビット、その 25mm 後方に通常の先行ビット、その 15mm 後方にメインビットを配置した。また、NOMST 用先行ビットの配置は１パス（最外周のみ２パス；ビット総数 68 個）とし、ビットにかかる圧力を高くして、切込み性能の向上を図った。（図-1 参照）

当該工区では発進立坑の発進、中間立坑の到達･発進と、合計３面の NOMST 切削があった。

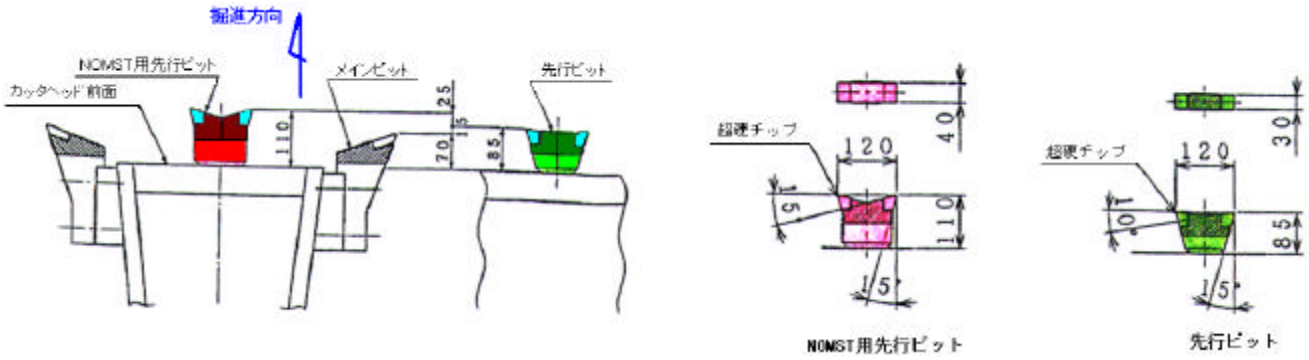

図-1 ビット配置図

(2) 計測管理

過去の NOMST 切削による振動事例を踏まえ、振動原因を解明すべく中間立坑の NOMST 切削に計測管理を実施することにした。シールド機のカッター支持ビーム付近、スキンプレートの内側、鋼製地中連続壁の内側、および地表面地盤に振動レベル計を配置して計測した。また、本計測管理ではリアルタイムでモニタ可能なシステムを採用し連続計測を実施した。

シールド機本体	３方向加速度ピックアップ	４箇所
地表面地盤、鋼製地中連続壁	振動レベル（３方向）	３台

３．施工結果

(1)地盤条件および施工状況

中間立坑でのシールド機の土被りは約 33m、通過地盤は比較的硬質な洪積粘性土層と砂層の互層である。また、鋼製連壁の背面は CJG で地盤改良が施工されていた。

到達時は泥水圧を 200(kN/m^2) に保ち、掘進速度を 1.0(mm/min)前後に設定した。総推力 40,000(kN)、カックートルク 5,000(kNm) で NOMST 切削を開始した。一時的ではあるが地表面でも感じる振動が発生したが、カッターの回転を逆回転にすると振動は収束した。この振動発生時は、カッタートルク値に変化が見られ、最大 8,500(kNm)まで上昇した。

ｷｰﾜｰﾄﾞ　：到達 NOMST、現場振動計測
連絡先　：東京都新宿区津久戸町 2-1 ㈱熊谷組 土木本部 シールド技術部　TEL　03-3235-8649

(2)振動測定結果

振動計測結果から、NOMST 切削時の加速度レベルの大きさは、支持ビーム＞スキンプレート＞鋼製連壁＞地盤の順であることが判明した。

カッター支持ビームの最大振動は NOMST 背面の CJG 切削時で 106.9(dB)、スキンプレート部は NOMST 切削時で 92.5(dB)を記録した。これらは事前計測（通常地盤掘削時）と比較すると CJG・NOMST 切削時のほうが大きい。（図-2 参照）しかし、カッタートルクが一定の場合は、地表面の振動は CJG・NOMST 切削時でも環境振動と同程度の加速度レベルであり、地表面で感じる振動は全く発生しなかった。また、カッタートルクの変動が大きい場合は発生する振動が大きくなることから、カッター電流変動量は振動レベルに直接影響していることがわかる。（図-3 参照）

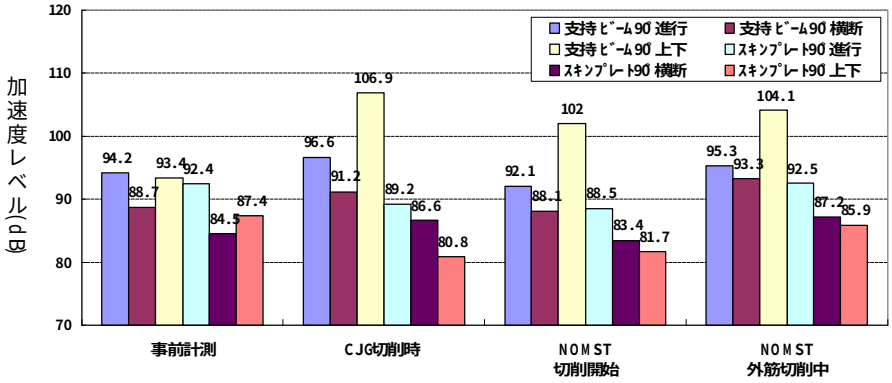

図-2 シールド機加速度レベル比較図

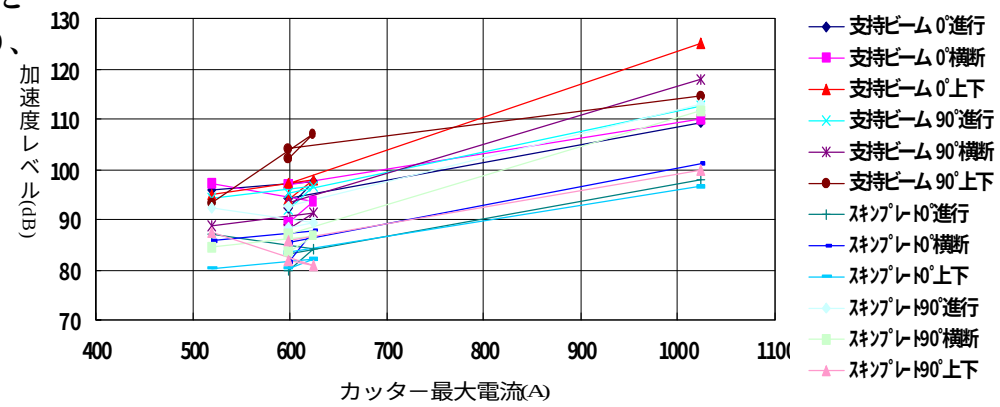

図-3 シールド機の加速度レベルとカッター電流（総電流）相関図

(3)カッタービットの損耗状況

中間立坑到達後に実施したカッタービットの点検では、NOMST 用先行ビットの損耗が著しいことが判明した。再発進前に、68 個のうち、50 個の NOMST 用先行ビットの交換を行った。

４．考察（振動発生の原因推定）

(1)振動の発生源とその伝播経路

中間立坑の到達 NOMST 切削時に一時的ではあるが振動が発生した際に、カッタートルクの増大およびトルク変動が記録された。これはビットの切削性能が低下しスムーズなカッターの回転が妨げられた結果である。

発生した振動の伝播経路は、NOMST 切削時の加速度レベルが、支持ビーム＞スキンプレート＞鋼製連壁＞地盤　の順の大きさであることから、スキンプレートから地中を伝播して地表面に達しているものと考えられる。よって、シールド機が立坑内にある発進時よりも、シールド機のスキンプレートが地盤と接している場合に地表面の振動が発生しやすいものと考えられる。

いっぽう、中間立坑付近は硬質地盤が主体であり、かつシールド到達部は CJG で地盤改良が施工されているため、シールド機に対する拘束力が大きい。これにより、振動の発生の抑制、あるいは発生した振動が減衰したことが考えられる。

(2)NOMST 切削性能と振動発生の関係

当該シールド機では、隣接破壊を誘発させるビット形状と作用する圧力を高めるビット配置とすることで切削性能が向上した。これによりスムーズな NOMST の切削が可能になり地表の振動の発生を防止できた。

ビット交換後の中間立坑再発進時の NOMST 切削では、地表面の振動は発生しなかった。これはビットの健全性が、振動の発生要因である切削性能に、非常に大きく起因しているものと考えられる。