

V-231

MMST工法における合成構造の基本特性

首都高速道路公団 正会員 七條哲彰 同 齋藤 亮
大成・鴻池・竹中土木JV 正会員 坂下克之 同 加納宏一

1. はじめに

MMST(Multi-Micro Shield Tunneling)工法とは、トンネル外殻部を複数の小断面単体シールドにより先行掘削し、それらを相互に接続してトンネル外殻部躯体を構築した後、内部土砂を掘削して大断面トンネルとする工法であり、現在実用化の検討が進められている。トンネル外殻部は、小断面単体シールド掘進時の覆工体である鋼殻内にコンクリートを打設したMMST合成構造であり、現段階では鋼殻を鉄筋に換算したRC部材として設計を進めている。現在そのトンネル外殻部に対し、許容応力度法によるRC計算を基本とした設計手法の妥当性の確認と、より合理的な設計手法の確立を目的とした一連の静的載荷実験を実施している。ここではMMST合成構造に対する部材耐力や破壊性状の基本特性を把握するために、鋼殻部に継手のない構造に対して実施した実験結果について報告する。

2. 実験方法

実験はトンネル外殻部1リング分を取りだした1/2縮尺模型に静的に載荷を行う方法で実施した。図1に供試体概要および載荷方法を示す。本実験では、せん断耐力(V_c)やせん断伝達機構の確認をするため、他条件は同じでせん断補強鋼材のないケースの供試体に対しても、同様の実験を行い結果を比較した。実験に先立ち、RC部材としてファイバーモデルによる解析を実施し、挙動予測を試みた。

3. 実験結果

図2にひびわれ状況および破壊性状を示す。せん断補強鋼材ありのケースは、曲げひびわれおよび斜めせん断ひびわれが進展し、引張および圧縮側鋼材の降伏を経て最終的にせん断補強鋼材が破断して終局に達した。一方せん断補強鋼材なしのケースは、斜めせん断ひびわれのみが卓越し、鋼殻とコンクリートの境界に沿って両者がせん断ずれを起こして終局に達した。RC構造の場合、せん断破壊性状は通常、斜めせん断ひびわれが部材の下縁から上縁に貫通して終局に達するのに対し、このせん断破壊性状はMMST合成構造特有のものである。これは鋼殻自体が曲げ剛性を有すること、および鋼殻とコンクリート間の付着強度がコンクリートのせん断強度と比較して相対的に小さいことによるものと考えられる。

図3に、実験結果の荷重～変位曲線を、RC部材としての各種算定式による耐力、およびファイバーモデルによる解析結果と併記して示す。せん断補強鋼材ありの実験結果は解析結果と曲線形状が類似しているが、最終変位(約250mm)は解析結果で圧縮縁コンクリートが圧壊する値(約130mm)よりも伸びており、大きな変形性能を有している。これは鋼殻による圧縮側コンクリートの圧壊を防ぐ拘束効果の影響等が考えられる。最大荷重(230tf)は、解析結果の耐力(222tf)やRC算定式の曲げ耐力(197tf)、せん断耐力(190tf)よりも大きい概ね近い値といえる。せん断補強鋼材なしのケースでは、RC算定式の V_c (122tf)より小さい96tfで斜めせん断ひびわれAが最初に発生した。その後、斜めせん断ひびわれBが発生した(96tf)後もさらに耐力が増加し、最終的に前述の鋼殻とコンクリート間のせん断ずれで終局に達した(126tf)。

4. まとめ

MMST工法における合成構造をRC構造と比較した結果、鋼殻による変形性能の伸びや鋼殻とコンクリート間のせん断ずれ発生といった、破壊に至るプロセスにいくつか違いが見られた。しかし、せん断補強鋼材がある場合は、RC部材としての解析や各種算定式による耐力と概ね近い耐力を有するので、鋼殻継手のない基本構造に対しては、RC構造としての設計の適用が可能であると考えられる。今後これらの特性について、FEM解析による定量的評価等を含めさらに詳細に検討を続けて行く予定である。

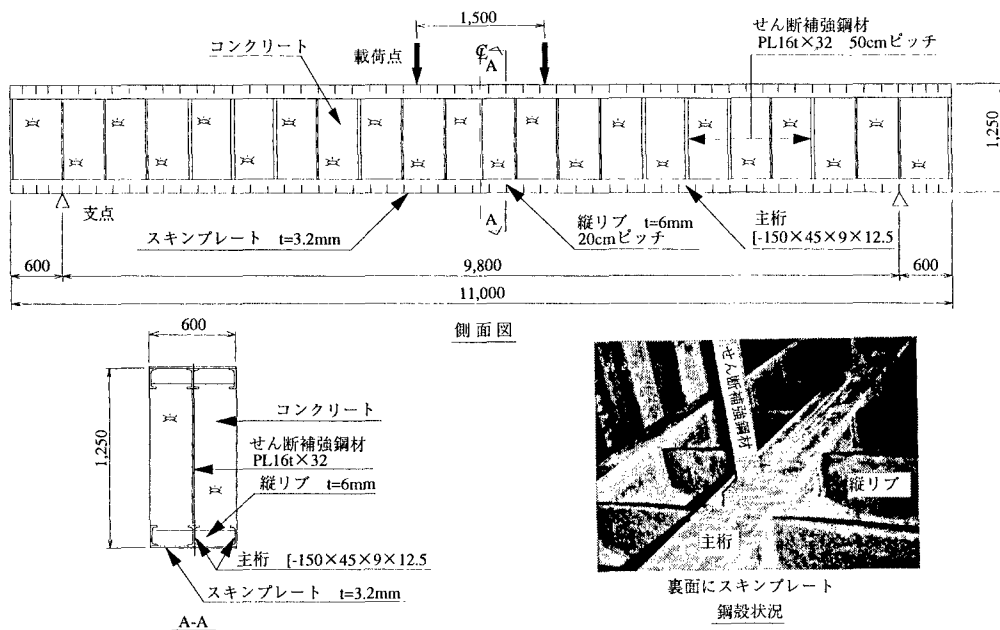


図1 供試体（せん断補強鋼材あり）の概要および載荷方法

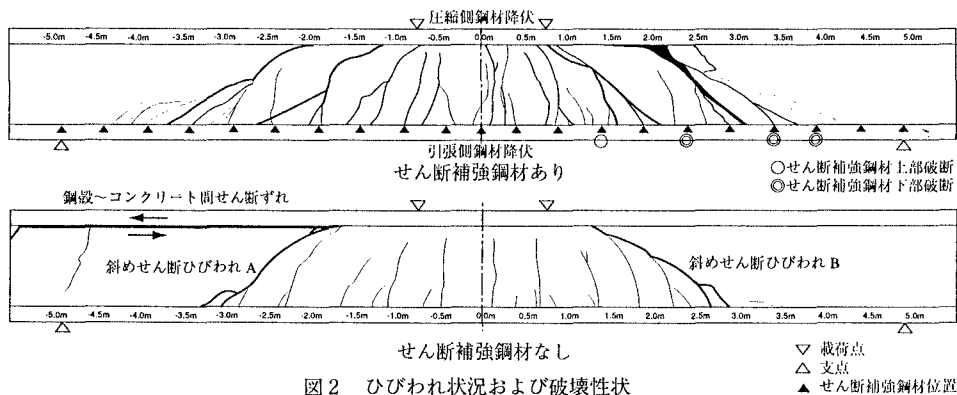


図2 ひびわれ状況および破壊性状

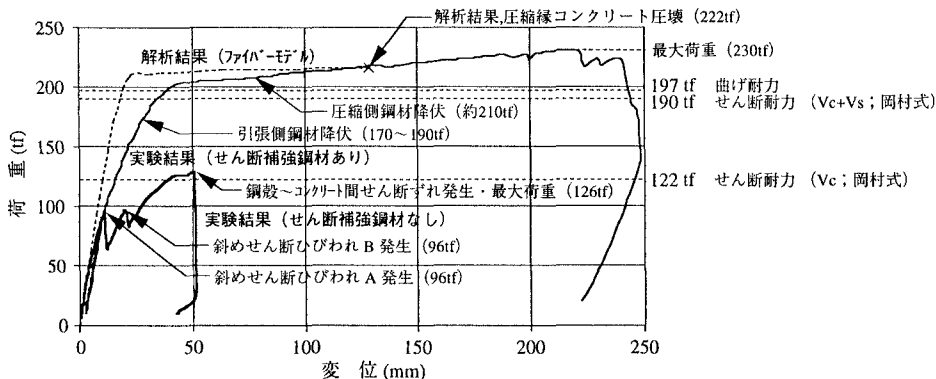


図3 荷重～変位曲線

参考文献

1) 柄川、徳村、斎藤；「MMST工法実用化の検討」、トンネルと地下、vol.28、no.1、pp.47～53、1997。