MMＳＴ外殻構造の火災時挙動に関する解析的検討（その２）
〔MMＳＴ外殻構造における火災時温度分布の把握〕

首都高速道路（株）　正会員　吉川 直志　正会員　津田 浩輝
大成建設（株）　正会員　○水野 敬三　正会員　市原 三馨　正会員　佐藤 充弘

１．はじめに

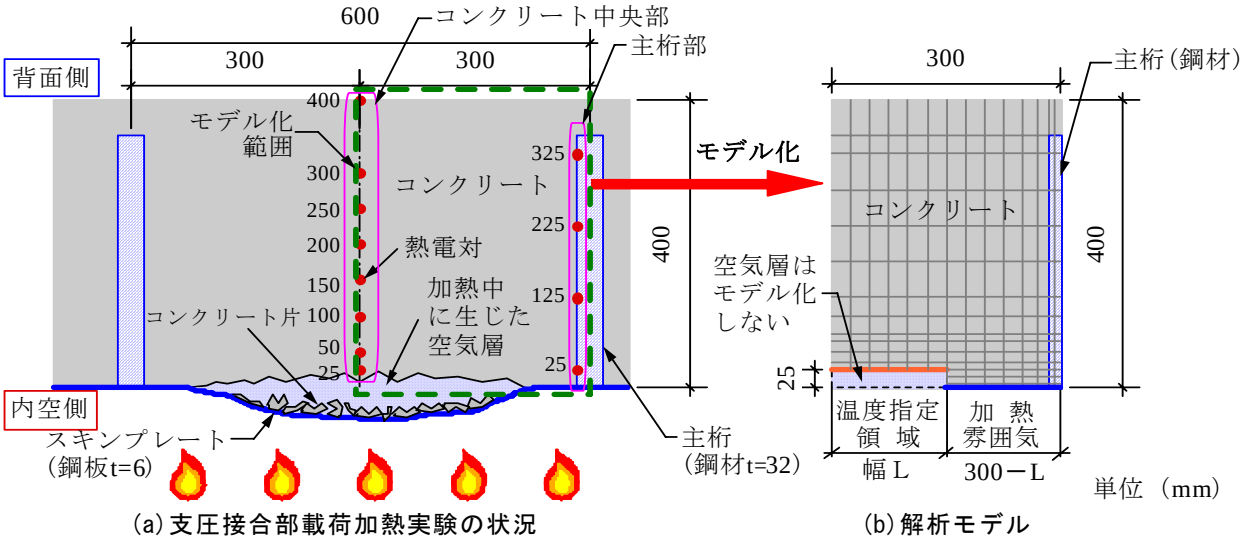
MMST外殻構造は内空側表面に鋼板（以降，スキンプレート）が配置され，鋼殻の内部には高流動コンクリートが充填されている。火災時のMMST外殻構造では，図-1(a)に示すように主桁がスキンプレートの熱膨張を拘束するため，主桁間でスキンプレートが変形して空気層ができる。また，RABT火災のような過酷な加熱を受けるとコンクリートは断面欠損するが，この際に剥離したコンクリート片がスキンプレート上に堆積することによりコンクリート片がスキンプレートからの放射熱伝達を抑制する[1)]。このような特徴を有するMMST外殻構造の火災時における断面内の温度分布を解析によって精度良く求めるためには，スキンプレートとコンクリートの間にできる空気層やスキンプレート上に堆積するコンクリート片による断熱効果を考慮する必要がある。そこで，本報ではMMST外殻構造支圧接合部の載荷加熱実験[2)]を対象にしたフィッティング解析とその結果を報告する。

２．解析モデル

解析モデルを図-1(b)，熱伝導解析に用いた鋼材とコンクリートの熱伝導率，比熱と温度の関係を図-2 に示す。熱伝導解析には汎用 FEM プログラム ABAQUS を用いた。解析モデルでは，内空側の空気層とコンクリート片による断熱効果を考慮した領域（以降，温度指定領域）を設定した。温度指定領域では実験におけるコンクリート欠損深さの最大値が 23mm であったことから，断面欠損により空気層となった部分はモデル化せず，その近傍である加熱面からの距離 25mm における実験値を同じ位置にモデル化した要素の内空側の辺に与えた。また，温度指定領域以外の領域では加熱雰囲気温度として実験で測定された炉内温度を与えた。フィッティング解析では温度指定領域の幅 L を 30mm，90mm，150mm，210mm，268mm の 5 水準とし，コンクリート中央部と主桁部における解析値を実験値と比較して最適な解析条件を求めた。

３．解析結果

コンクリート中央部と主桁部の最高履歴温度分布を図-3，温度指定領域の幅 L=210mm とした場合のコンクリート中央部と主桁部における温度と時間の関係の実験値と解析値の比較を図-4 に示す。コンクリート中央部では，図-3(a)に示すように温度指定領域の幅 L を大きくする程，解析値は実験値に近づく。一方，主桁部では，図-3(b)に示すように温度指定領域の幅 L が 210mm 以下では解析値間で大きな差は無いが，L=268mm とすると解析値は低くなる。この理由として，温度指定領域に接するコンクリートの内面では加熱雰囲気に炉内温度を与えた領域に接するコンクリートの内面よりも温度上昇が抑えられるので，温度指定領域の幅 L を大きくしすぎると主桁とコンクリート部の温度勾配が大きくなり，主桁からコンクリートへ移動する熱量が大きくなるため，主桁温度は低くなったことがあげられる。今回，解析を行った 5 水準の中では温度指定領域の幅 L=210mm とした場合が，コンクリート中央部と主桁部の両方で解析値は実験値に最も良く一致した（図-4）。



(a)支圧接合部載荷加熱実験の状況　　(b)解析モデル

図-1　MMST 外殻構造の実験

キーワード　MMST，シールドトンネル，熱伝導解析，フィッティング解析

〒245-0051　神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1　大成建設（株）技術センター　TEL 045-814-7212

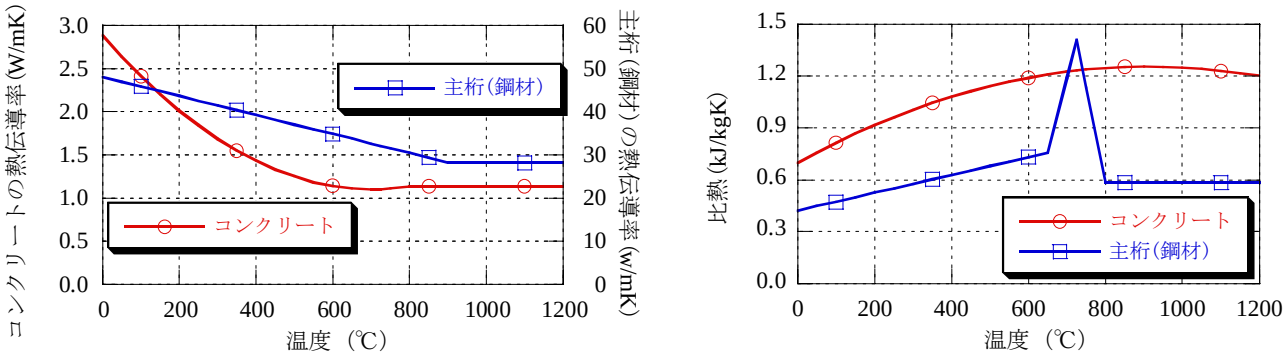
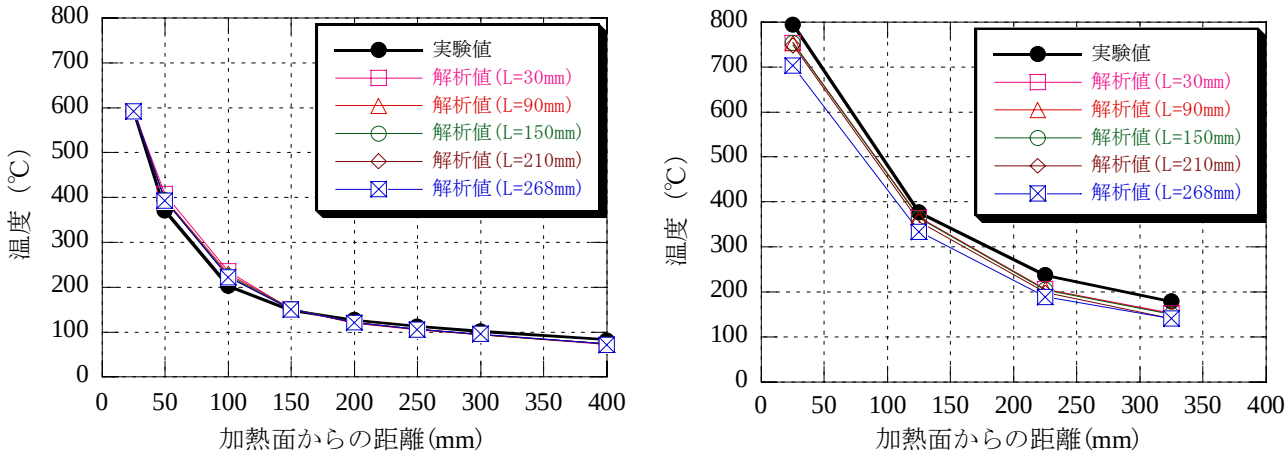
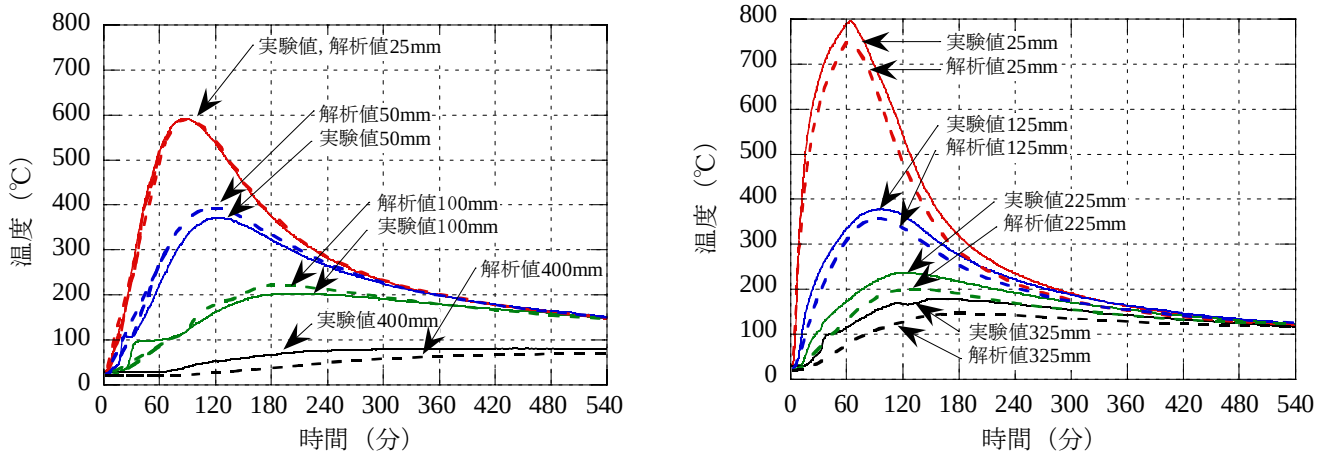


図-2　主桁(鋼材)とコンクリートの熱伝導率，比熱と温度の関係[3),4)]



(a)コンクリート中央部　　(b)主桁部

図-3　最高履歴温度分布



※図中の数字は加熱面からの距離を表す。　　※図中の数字は加熱面からの距離を表す。

(a)コンクリート中央部　　(b)主桁部

図-4　温度時間関係の一例（温度指定領域の幅 L=210mm）

4．まとめ

MMST 外殻構造支圧接合部の載荷加熱実験を対象としたフィッティング解析を行った。その結果，火災時の MMST 外殻構造に特有なスキンプレートとコンクリートの間にできる空気層およびスキンプレート上に堆積するコンクリート片の断熱効果を考慮した温度指定領域を設定する手法によって，火災時における MMST 外殻構造の断面内の温度分布を解析的に精度良く求めることができた。

参考文献

1) 相川智彦 他：MMST 工法への適用を考慮した有機繊維混入コンクリートの耐火性検討（その２）〔耐火性実験：コンクリートの爆裂性〕，土木学会 第 61 回年次学術講演会講演概要集（平成 18 年 9 月），pp.801-802

2) 相川智彦 他：MMST 外殻構造の耐火性検討（その１）〔支圧接合部の載荷加熱実験〕，土木学会 第 62 回年次学術講演会講演概要集（平成 19 年 9 月），pp.1197-1198

3) (財)国土開発技術研究センター編集，建築物の総合防火設計法第 4 巻耐火設計法，(財)日本建築センター

4) Lie,T.T editor, ”Structural Fire Protection.”, ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No.78, 1992,pp.222-223