## 車両火災による合成構造の損傷に関する実験

早稻田大学 学生会員 〇古川 佑介 早稻田大学 フェロー 清宮 理 早稻田大学 学生会員 中井 章裕 株式会社エーアンドエーマテリアル 技術開発研究所 正会員 三宅 雅之 株式会社エーアンドエーマテリアル 技術開発研究所 正会員 安本 辰也

1. **はじめに** 一般に高断面力を負担する鋼部材が加熱により強度低下した場合,熱クリープ・熱座屈による 多大なる変形を生じ断面性能を大きく低下させる.また,火災発生後の補修の観点からは,合成構造では内部 コンクリートの物理的損傷及び化学的な性質の劣化状況について把握しておく必要がある.そこで,耐火板を 設置していない合成構造による大型試験体に対して加熱実験を実施し,火災後の内部コンクリートの損傷状態 の確認を行った.

2. 実験条件と計測項目 試験体の概要を図-1 に示す.加熱はガスの燃焼により行った.鋼殻は幅 1300mm, 奥行き 750mm,高さ 218mmとし、コンクリートの周囲を鋼板で囲うサンドイッチ構造とした.実際のトンネ ルの版厚は更に厚いが、本試験では温度の影響を直接受ける範囲を取り上げた.鋼板と内部コンクリートの一 体化のために、150mm×90mmの形鋼を 600mm 間隔で設置し鋼板と溶接した.なお、鋼板の変形および形鋼 を起点とした内部コンクリートの損傷が予想された事から、これらの状態を試験実施後に直接目視することを 目的として、片側断面には鋼板を設置しなかった.なお、試験体には荷重を載荷せずに、無応力状態とした. 熱電対については試験体中央部に設置し、図-2 に示すように、下側鋼板内面側 1 箇所とコンクリート内部に 4 箇所の合計 5 箇所設置した.



図-1 試験体寸法及び計測機器の平面位置

**3.設計加熱温度** トンネル内車両火災での設計加熱温度時間曲線は各種提案されているが, RABT 曲線を 使用する事が多い.よって本研究においては, RABT 曲線を加熱曲線として採用した.

4. 実験結果 熱電対の温度計測結果を図-3 に示す. 鋼板の最高温度は約 1100℃の高温に達しており,実 験中の目視では赤色~白色に変色していた.またコンクリート内部の表面から 20mm 位置での最高温度は約 750℃であった.本実験では試験体の破壊には至らなかった.既往の研究では RC 構造に対して RABT 曲線に よる加熱を実施した場合,表面コンクリートは爆裂現象により損傷を受けることが確認されているが,本実験 中は特に大きな異常音は生じておらず,加熱実験後の目視においても大きな爆裂の痕跡は確認できなかった. これは,加熱面の鋼板の存在により,コンクリートの温度上昇速度と温度勾配が比較的緩やかとなっていた事, 試験体に圧縮力を導入していない事などが理由として考えられる.試験終了後の試験体を写真-1 に示す.鋼 板は大きく変形しており,コンクリートと鋼板間に 4cm 程度の剥離が生じていた.コンクリートでは,形鋼 を起点として複数のひび割れが観察されており,試験体の左右端の上縁位置からの斜めひび割れが観察された.

キーワード 耐火試験、トンネル、車両火災、安全性

·連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学創造理工学研究科清宮研究室 TEL 03-5286-3852



5. 内部コンクリートの化学的な劣化状態 RABT 加 し、内部コンクリートの劣化状態の確認を行った(写 真-2). 各コアに対してフェノールフタレインによる 中性化判定を実施したところ, コア No. I の中性化範囲 は 26.3mm であり、コア No.IIIの中性化範囲は 12.1mm であった. 続いて, コア No. I に対して水銀圧入法によ る細孔化試験を実施した. コア内の深度方向における 試験実施箇所は、(a)非加熱面、(b)中性化範囲(加熱面 から 20mm 位置を代表として使用), (c)加熱面の 3 箇所 とした. 図-4 に細孔化試験結果によって得られた各箇 所の細孔直径と累積細孔量の関係を示す. 非加熱面と 比較して、中性化範囲の細孔の総量は大きく変化しな い結果となった.一方,加熱面については、非加熱面 及び中性化範囲よりも明らかに細孔量が増大しており, 水酸化カルシウムの水と石灰への分解により、細孔構 造の緻密性が低下したことによるものだと考えられる.

6. 内部コンクリートの物理的な劣化状態 強度計測 として試験体表面に対してシュミットハンマーによる 非破壊検査を実施した.反発度から推定した圧縮強度を 図-5 に示す.内部コンクリート120mm位置から加熱面に 向かって強度低下しており,加熱面から25cm位置につい ては,非加熱面の1/3程度の圧縮強度となった.採取した 3体のコアに対して超音波法による弾性波速度試験を実 施した. 試験結果を図-6に示す.コアにはひび割れ等の 欠陥があるため,測定値にはばらつきが見られたが,加 熱面から離れるにつれて弾性波速度は大きくなった。ま たシュミットハンマーによる非破壊検査と同様に,内部 コンクリート120mm位置から加熱に向かって弾性波速度 が低下する結果となった.



7. 結論 本研究では、鋼・コンクリートによる合成構造のトンネル内での車両火災を想定して、耐火試験を 実施した.耐火板を設置していない合成部材を対象にRABT加熱による模型試験を実施した結果、鋼板の最高 温度到達温度は約1100℃、内部コンクリート(20mm位置)は約750℃となり、鋼板は大きく変形した.試験終 了後中性化判定を行ったところ、加熱面から20mm程度までが中性化範囲と判定された.また、非破壊試験を 実施したところ、内部120mm程度位置から加熱面の範囲のコンクリート強度が低下している事がわかった. 参考文献 土木学会:コンクリート構造物の耐火技術研究小委員会報告ならびにシンポジュウム論文集、平成16年10月