

火元周辺における火災初期のシミュレーション

平成29年6月21日

消防庁

火元周辺における火災初期のシミュレーション

【目的】

埼玉県三芳町倉庫火災に対してCFD（数値流体力学）による火災シミュレーションを適用することにより、まず火災現場の情報に基づく火災シミュレーションの信頼性について現場再現状況を確認し、さらに端材室から端材室上部開口部(2階部分)への火災性状について考察する。ここで、計算空間は端材室及び端材室上部開口部(2階部分)を含む防火区画とし、出火から10分までを再現する。

【計算条件】

計算プログラム：火災シミュレータFDS ver. 6.5.2（米国商務省標準技術研究所開発）

計算空間寸法：24.160m×51.810m×高さ16.130m

計算格子数：120×256×高さ80＝2 457 600

計算格子幅：0.20m（20cm）※全方向

境界条件：計算過程においてシャッターは開放し、外気に通じる開口部に大気開放条件を適用

入力条件：風速0m/s・気温20℃

火源条件：想定火源として、火源モデルはt-squared fire（ $\dot{Q} = \alpha t^2$ ）とする。段ボール箱を積み上げた場合の火災成長率 α を実験した結果から $\alpha = 0.53\text{kW/s}^2$ とする。火源の設置位置は端材室上部開口部（2階部分）の直下の一角の床面とし、火源の寸法は4m×4m（16m²）とする。燃料は木材とし、発熱速度の放射成分は35%とする。



(参考) 積み上げた段ボール箱の燃焼実験

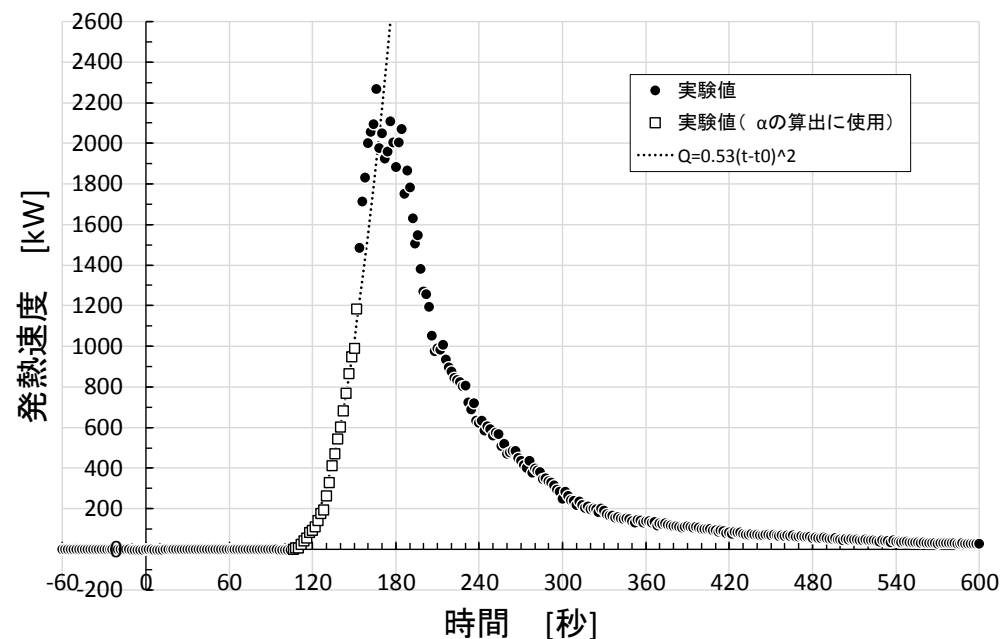
【目的】

埼玉県三芳町倉庫火災において出火可燃物となった段ボール箱が積み上がった場合の燃焼性状を観察するとともに発熱速度データを取得する。

【条件】

実施日：2017年5月22～24日 / 場所：消防研究センター 建築防火研究棟1階 ルームカロリメータ試験室
方 法：ルームカロリメータの区画（3.55m×2.36m×高さ2.36m（開口部：0.76m×高さ1.95m））の奥の一角に箱状にした段ボール箱28個を積み重ね燃焼させる。段ボール箱の蓋は開いている。着火方法は多目的ライターによる接炎とする。着火位置は積み上げた段ボール箱の突端部床面にある段ボール箱の手掛穴下部とした。

【結果】

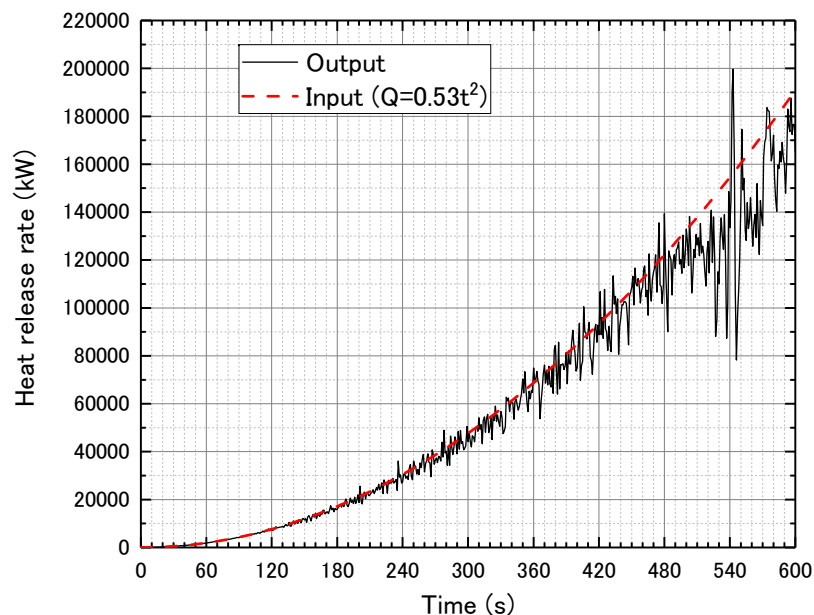


積み上げられた段ボール箱燃焼時の発熱速度

※ 時間には計測時間遅れ20～30秒程度を含む。

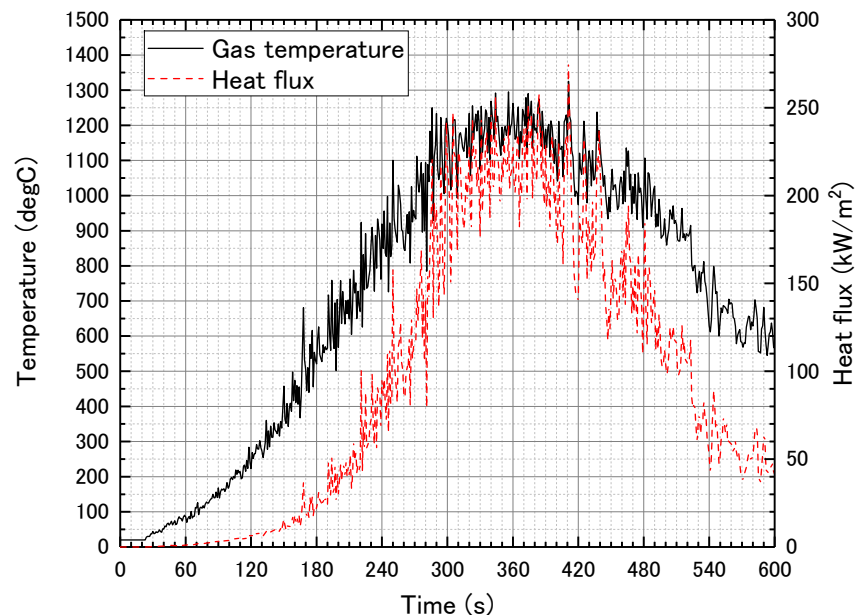
- 初期の火災成長を表す発熱速度 $\dot{Q} = \alpha t^2$ とした時、火災成長率は $\alpha = 0.53 \text{ kW/s}^2$ （Ultrafastは $\alpha = 0.1876 \text{ kW/s}^2$ （例えば、発泡ウレタン入り布張りソファが燃焼した場合））。
- 最大発熱速度は $\dot{Q}_{\max} = 2269 \text{ kW}$ である。

【シミュレーション結果】 端材室から端材室上部開口部(2階部分)への火災性状(その1)



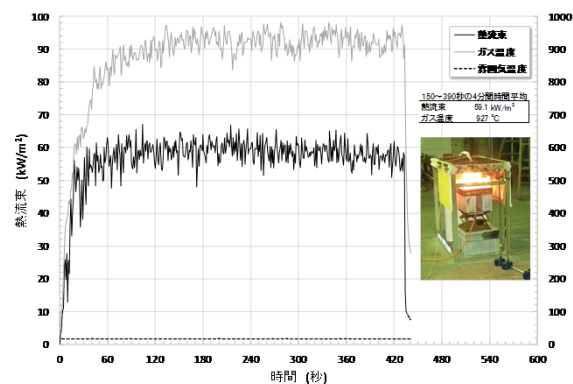
出力データとしての発熱速度

発熱速度は出火約7分(420秒)後から若干低減する。その低減している時間帯には、端材室の燃焼において酸素が不足が生じていたことを示している。



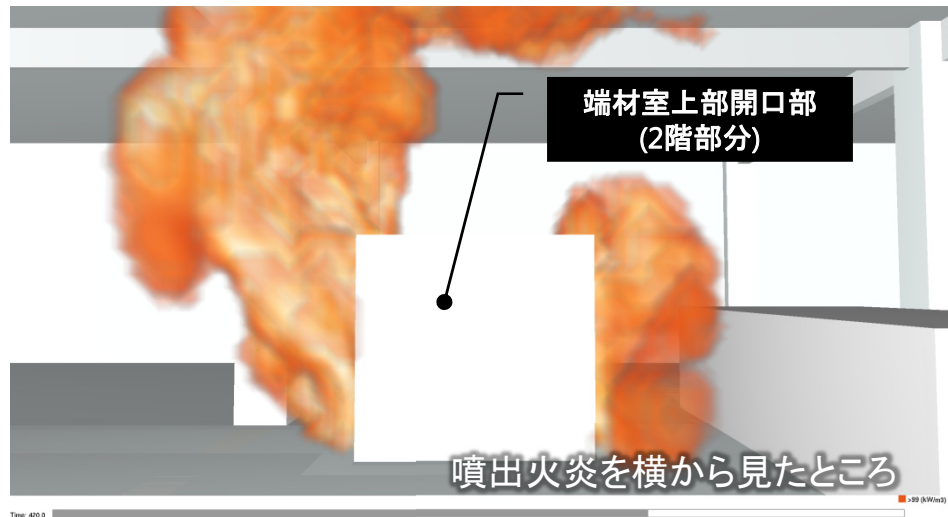
端材室2階部分の天井中央部 におけるガス温度と熱流束

出火から約4分において、感知器加熱実験と同等の熱環境になることを示している。

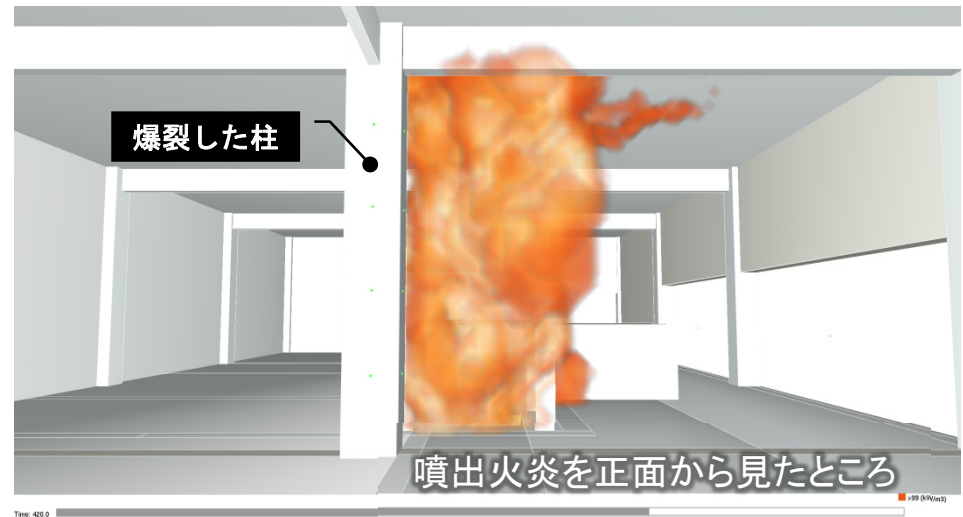


感知器加熱実験
における加熱環境

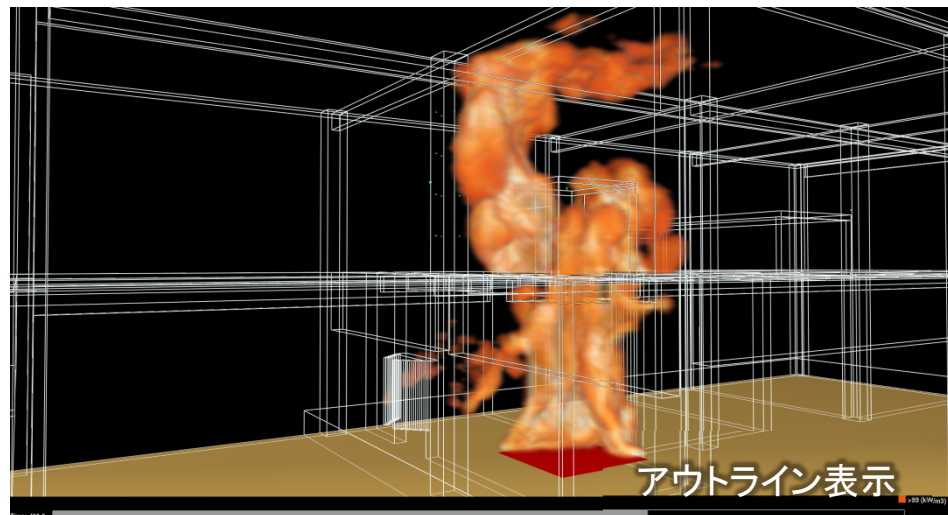
【シミュレーション結果】端材室から端材室上部開口部(2階部分)への火災性状(その2)



端材室上部開口部(2階部分)の爆裂した柱がある方の開口部（西面開口部）から火炎が噴出する。



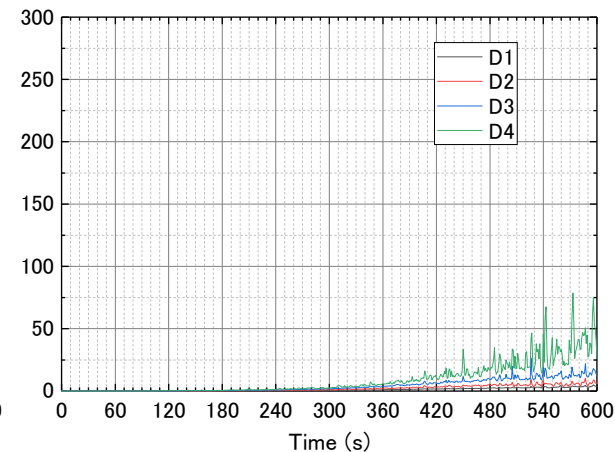
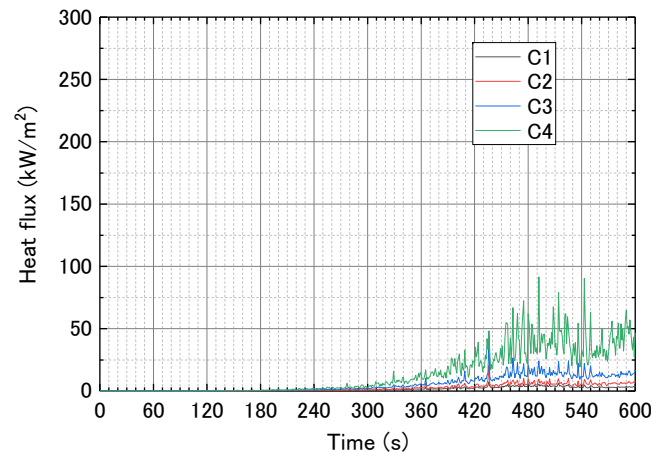
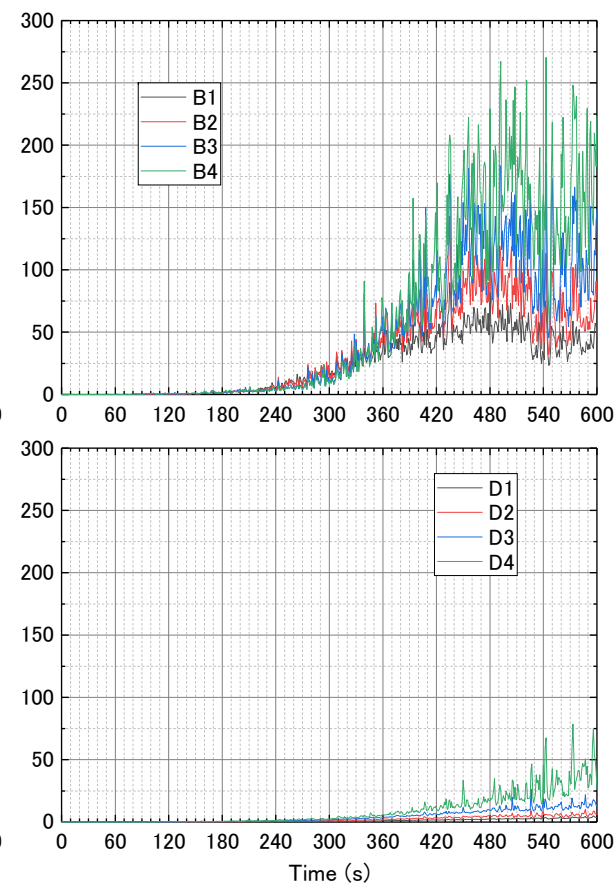
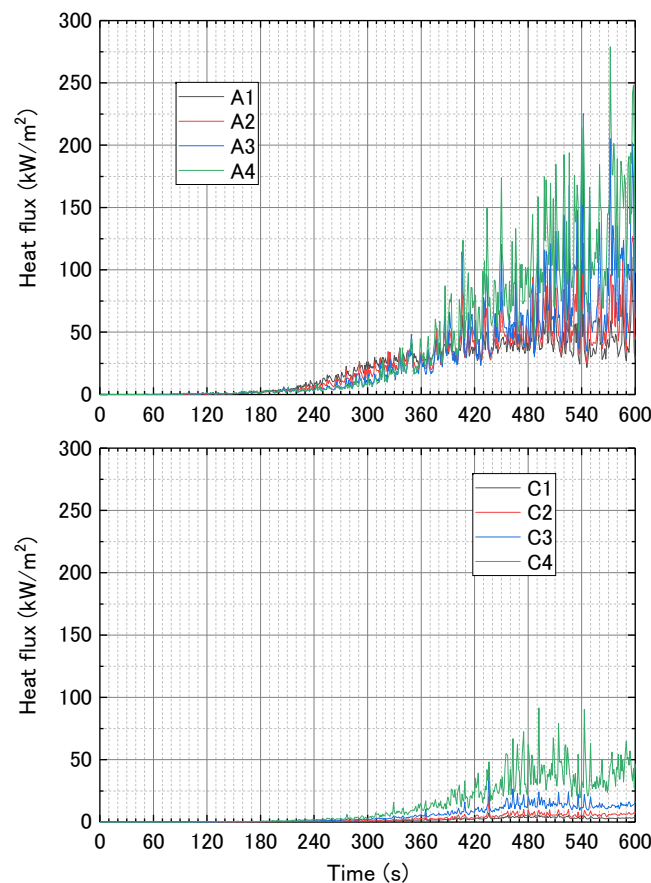
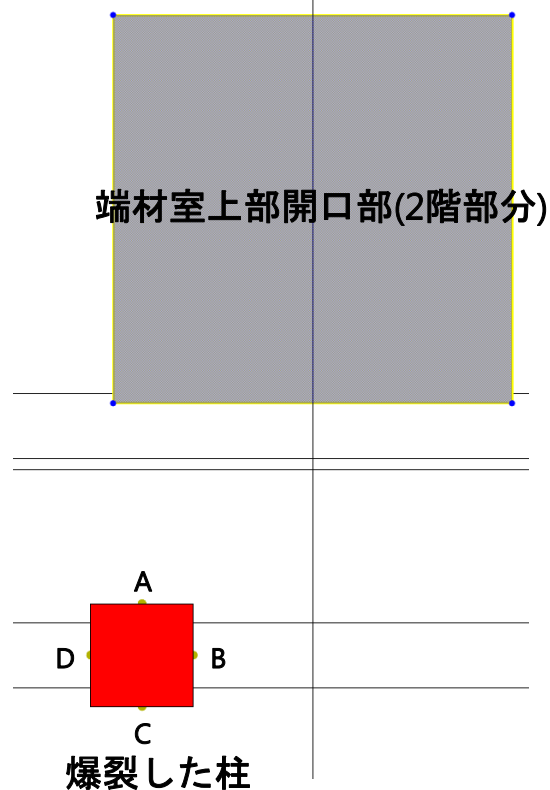
火炎は柱から若干離れる方向に傾いて西面開口部から噴出する。



端材室上部開口部(2階部分) が端材室の隅に位置するため、そこを通過する火炎は壁面に沿う（コアンダ効果）。

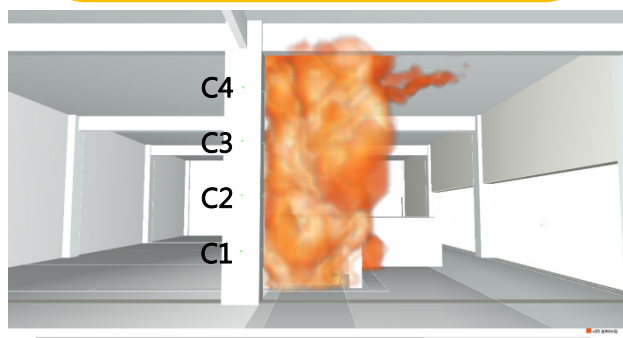
【シミュレーション結果】端材室から端材室上部開口部(2階部分)への火災性状(その3)

端材室上部開口部(2階部分)と
爆裂した柱の位置関係(平面図)



爆裂した柱が受熱した各柱面の熱流束の経時変化

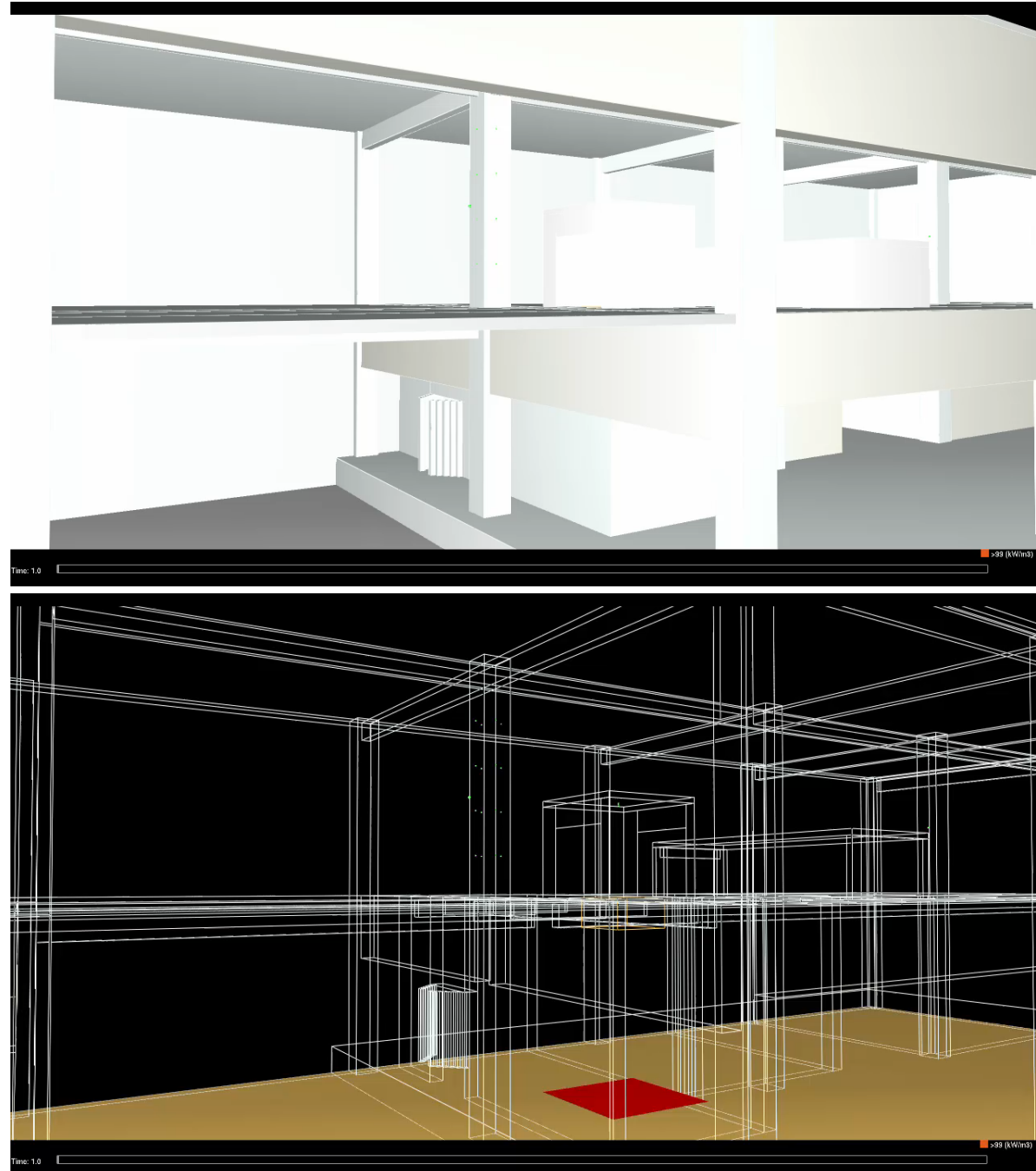
火災現場においてコンクリートが爆裂していたのは、柱A面及び柱B面である。上図においてもその面が高熱にさらされていたことがわかる。



例：柱C面の鉛直方向の配置

【シミュレーション結果】端材室から端材室上部開口部(2階部分)への火災性状(その4)

【30倍速 動画】



(アウトライン表示)

火災現場の情報とシミュレーション結果の突合せ

以下の通り、予測した大域的な空気の流動性状は、火災現場の状況を再現している

