

火災区画化技術としてのウォータースクリーンの特性

鹿島建設 土木管理本部
鹿島建設 技術研究所

○出石 陽一 天野 玲子
栗岡 均 佐藤 博臣 桑名 秀明

1. はじめに

ウォータースクリーン（以下WS）は、区画化するライン上に放水ヘッドを配置し、そこから霧状の水（粒径約 $200\mu\text{m}$ ）を放水することで水の幕を形成する技術である。WSの火災時の区画化効果を定量的に把握するために、道路トンネルを対象とした火災実験を実施した。本報文では、火源としてガソリンを用いた火災実験の内容及び結果を示す。

2. 実験の概要

(1) 模型装置

本実験は、高さ 25m ×幅 25m ×奥行き 120m の大空間である総合防災実験場内で実施した。写真-1に示す模型装置は、道路規格第一種 AA 級トンネルの約 $1/2$ 縮尺とし、高さ 2.7m ×幅 5.4m ×奥行き 43.7m の箱型のものである。模型の両開口部近傍に火災区画境界を設置し、WS用放水ヘッドを約 1.6m の間隔で2列設置した。2列のヘッドは、1列あたり 1.0m 間隔で5～6個を千鳥に取り付けた。

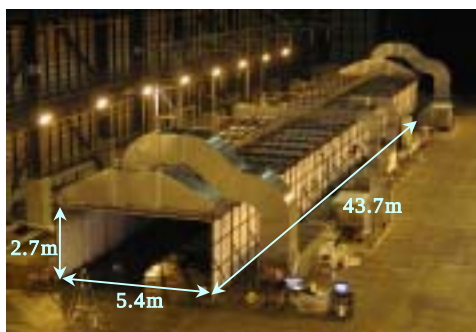


写真-1 模型装置全景

(2) 火源の設定

火源は、普通乗用車1台の火災を想定し、縮尺比を考慮し、約 1.5MW の燃焼規模とした。火皿（直径 $1,000\text{mm}$ ×高さ 200mm ）を模型装置中央部の床上に設置し、ガソリンを約10分燃焼させた。なお、点火後30秒でWSを作動させた。

(3) 計測項目

i) 火災区画内外の温度分布

WSで区画化された火災区画内外の雰囲気温度は、シース型熱電対にて計測した。熱電対の設置位

置は、天井 50mm の位置から、高さ方向 200mm 間隔とした。計測位置を図-1に示す。

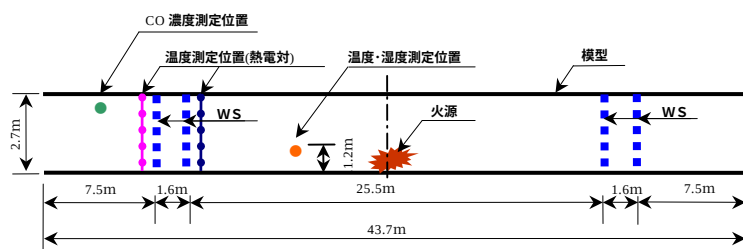


図-1 模型装置内計測装置縦断位置図

ii) 実験場内煙濃度

模型装置から流出した煙は実験場内に充満することを利用して、WSの有無による実験場内の煙濃度を「光電式分離型感知器を使用した濃度計」にて計測した。*1)

iii) 火災区画外でのCO濃度

模型装置の区画開口付近の天井部付近にて煙をサンプリングし、WSの有無によるCO濃度をCO濃度計にて計測した。計測位置を図-1に示す。

IV) 火災区画内の温度・湿度

模型装置内部の火源とWSの中間地点（模型中心から 6.3m ）にて温湿度計を設置し、人体高さ（床面から 1.2m ）における温度及び湿度を計測した。設置位置を図-1に示す。

V) WSの散水分布

模型装置の開口部の片側に工業用扇風機を設置し、トンネル模型内に風速を与えた。その状況下で、WS周辺の床上に枳（ 25cm 角）を敷き詰め、枳に溜まる水量から散水分布を算出した。

3. 実験結果

(1) 火災区画内外の温度分布計測結果

図-2及び3に、WSを作動させた場合の、WSの内側及び外側位置での雰囲気温度の計測結果を示す。図-2は無風時、図-3は風速： 1.4m/s 時の計測結果である。ここでの風速は、縮尺比を考慮したもので、実規模に換算すると 2.0m/s に相当する。図-2より、WS近傍雰囲気温度について、WS

外側の温度は、内側の温度と比較して、天井面近傍で83%低くなった。また、図-3より、風の有る状況下においては、天井面近傍で68%低くなった。

以上より、風の有無に関わらず、天井面近傍の気流（煙）の温度は、WSによって約70~80%低減されていることが確認された。

(2) 煙濃度計測結果

図-4に、実験場内の煙濃度計測値の時間履歴を示す。ここで、計測値を時間軸で積分した値を模型から実験場内に流出する煙の総量とし、WS非作動の場合の値を基準として比較すると、WS作動時は、無風時では78%、風速：1.4m/s時では60%低減した。以上より、風の有無に関わらず、WSによって火源から発生した煙の約60~80%が遮断されていることが確認された。

(3) 火災区画外でのCO濃度計測結果

WS非作動時及び、作動時に火源から発生する煙を開口部近傍の天井部で集煙・計測し、CO濃度の最大値を比較すると、無風時で15%、風速：1.4m/s時で45%低減した。これにより、風の有無に関わらず、WSにより火災区画外のCO濃度は低減することが確認された。

(4) 火災区画内の温度及び湿度計測結果

WS作動時における火災区画内の温度及び湿度は、人体にとって危険とされる状態（湿度100%かつ温度50℃以上）には至らない事を確認した。湿度は100%となったが、温度は外気温20℃の状況下で、最高で35℃であった。

(5) WSの散水分布計測結果

無風時におけるWSの模型縦断方向の散水分布は、WSヘッド中心位置で散水量が最大値となる（図-5）。これに対し、風速：1.4m/s時は、WSヘッド中心位置から風下1.8mに散水量の最大値がシフトした。（図-6）これにより、角度に換算すると33°傾くことが確認された。また、目視等の観察により、風速：1.4m/s時においても、天井面から床面まで水幕が形成されていることを確認した。

4. おわりに

上記結果より、火災に対しWSの熱・煙・有毒ガス（CO）の遮断効果を確認し、また、風のある状況下においても水幕は形成され、同様の遮断効果がある事を確認した。これにより、火災時の区画化技術としてWSが有効であることが実証された。

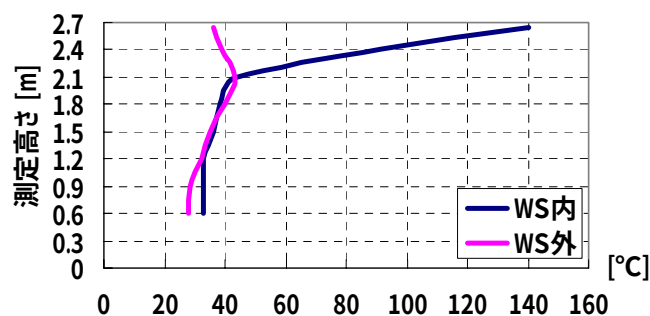


図-2 WS内外の温度グラフ（無風時）

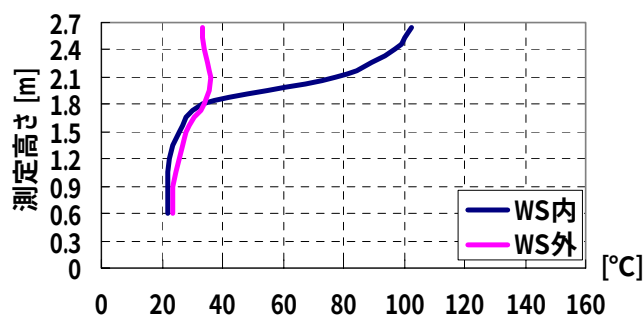


図-3 WS内外の温度グラフ（風速 1.4m/s）

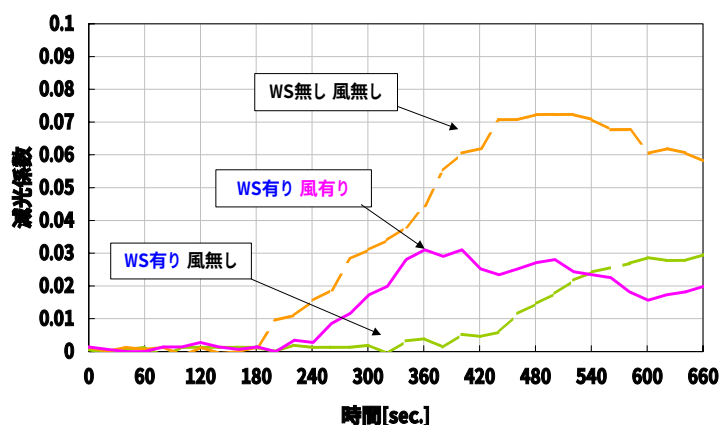


図-4 実験場内煙濃度の時間履歴グラフ

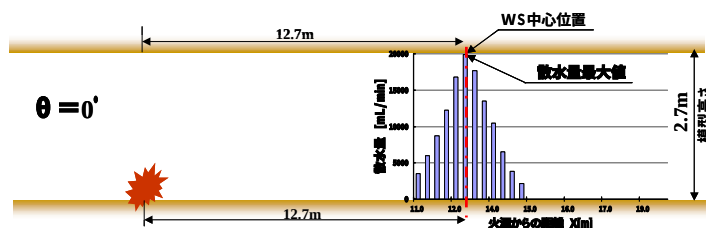


図-5 散水分布グラフ（無風時）

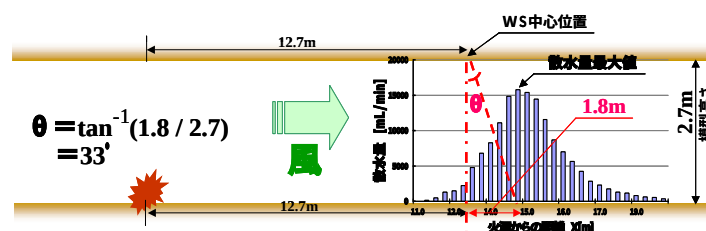


図-6 散水分布グラフ（風速 1.4m/s）

参考文献*1)

1)出石他「火災区画化技術としてのウォータースクリーン」(第58回土木学会年次学術講演会)