

東京理科大学「火災安全科学研究拠点」

■ 研究成果概要報告書

| | | | |
|---|-------------|--|----------|
| 研究課題 | | スプリンクラー(SP)作動時における熱及び煙挙動に関する実験的研究 -韓国型 SP による煙層の流速測定と既往の予測式の検証- | 実施年度 |
| | | | 平成 25 年度 |
| 研究代表者 | 所属 | 湖西大学(韓国) | |
| | 氏名 | 權 寧礎 | |
| | 問合せ先メールアドレス | jungangman@naver.com | |
| 受入担当責任者 | 氏名 | 松山 賢 | |
| <p>1. 研究の背景および目的</p> <p>スプリンクラー設備（以下、SP）は消火設備として、その消火性能に優れている。一番大衆的設備中の一つだ。しかし、SP が作動すると加圧噴射された水滴群によって、煙層を下部層へ連行する気流（以下、下降気流）が発生して、下部層は安全であるという避難安全設計の前提条件が成立しない。</p> <p>既往の研究¹⁾は下降気流の物理現象を捉えることで、理論的考察を行い、その発生メカニズム（下降気流及び粒速）を PIV システムを通じて、実験してこれを解明かした。</p> <p>しかし、既往の研究は SP 粒径の大きさ及び粒子速度に関する事例が少ないから、その簡易予測式に対する綿密な検証が必要だ。従って、本研究では韓国の SP の事例を追加して、粒径及び粒子速度のデータベースを構築して、既往の簡易予測式を検証することに目的がある。</p> <p>1)松山賢、土屋将人、「散水設備作動時における煙挙動に関する実験的考察－PIV による煙層の流速測定と理論的考察－」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2012 年 9 月、pp. 43～44</p> | | | |
| <p>2. 利用施設及び利用日</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 火災実験用実大区画（散水設備対応） （2013 年 07 月 22 日 ～ 07 月 31 日） ・ P I V 燃焼場測定システム （2013 年 07 月 24 日 ～ 07 月 31 日） | | | |

3. 実験方法・研究成果、および考察（申請時の計画に対する達成度合いも含む）

3.1 実験方法

3.1.1 スプリンクラーの噴霧液滴の特性に関する実験

SP は韓国で一般的に使用されている P 産業の製品を選定した。表 1 に示したように下向型 (T-type)、開放型 (O-type)、フラッシュ型 (F-type)、住居型 (R-type) の 4 種を選定した。

放水圧力と散水量は韓国の消防法に適合するように放水圧力は 0.1MPa であり、散水量は住居型 (K=50) を除外すると、放水係数 K 値は 80 である。

噴霧液滴は粒径、粒速、散水分布の 3 種の項目について測定し、図 1 に噴霧液滴の実験方法を示した。粒径の測定は図 1 に示した測定位置で CCD カメラと Strobe を利用し、画像データが得られ、粒速は PIV システムを利用し、変化を視覚化した。散水分包は図 2 に示したように採水マス (0.1m²) を区画内の A-F 軸で整列し、採水マスの重さ (kg) を測定した。また、噴霧液滴に対する煙挙動のみを評価するため、区画内の散水範囲は 3/4 の面積のみ散水されるように取水升を設置した。

表 1 スプリンクラーヘッドの概要

| 名称 | T 型 | O 型 | R 型 | F 型 |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 呼称 | T-K80 | O-K80 | R-K50 | F-K80 |
| 製造社 | P 産業製 | | | |
| 散水量 | 0.1Mpa 80L/min | 0.1Mpa 80L/min | 0.1Mpa 50L/min | 0.1Mpa 80L/min |

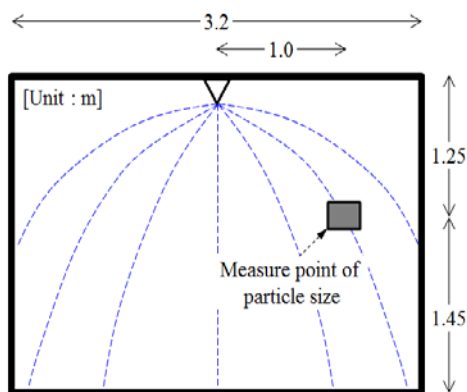


図 1 粒径及び粒速の測定範囲

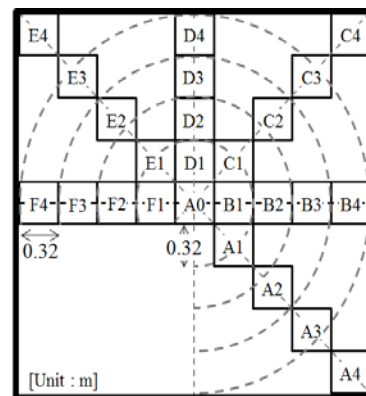


図 2 放水量と散水分布

3.1.2 噴霧液滴による煙の下降気流に対する実験

本実験は噴霧液滴特性と同じ空間に PIV 測定装置を設置して実施した。煙層の温度の差による下降気流の発生状況の比較と SP ヘッド別性能の差による下降気流の発生状況の比較を修行した。実験条件を表 2 に、測定装置の設置概要を図 3 に示した。

表 2 実験条件

| Case | Fuel basket (m ²) | Kind of fuel | Sprinkler | Case | Fuel basket (m ²) | Kind of fuel | Sprinkler |
|------|-------------------------------|--------------|-----------|------|-------------------------------|--------------|-----------|
| 1 | 0.1 | Ethanol | T80 | 10 | 0.25 | Ethanol | T80 |
| 2 | | | O80 | 11 | | | O80 |
| 3 | | | R50 | 12 | | | R50 |
| 4 | | | F80 | 13 | | | F80 |
| 5 | 0.1 | n-heptane | T80 | 14 | 0.25 | n-heptane | T80 |
| 6 | | | O80 | 15 | | | O80 |
| 7 | | | R50 | 16 | | | R50 |
| 8 | | | F80 | 17 | | | F80 |
| 9 | | | None | 18 | | | None |

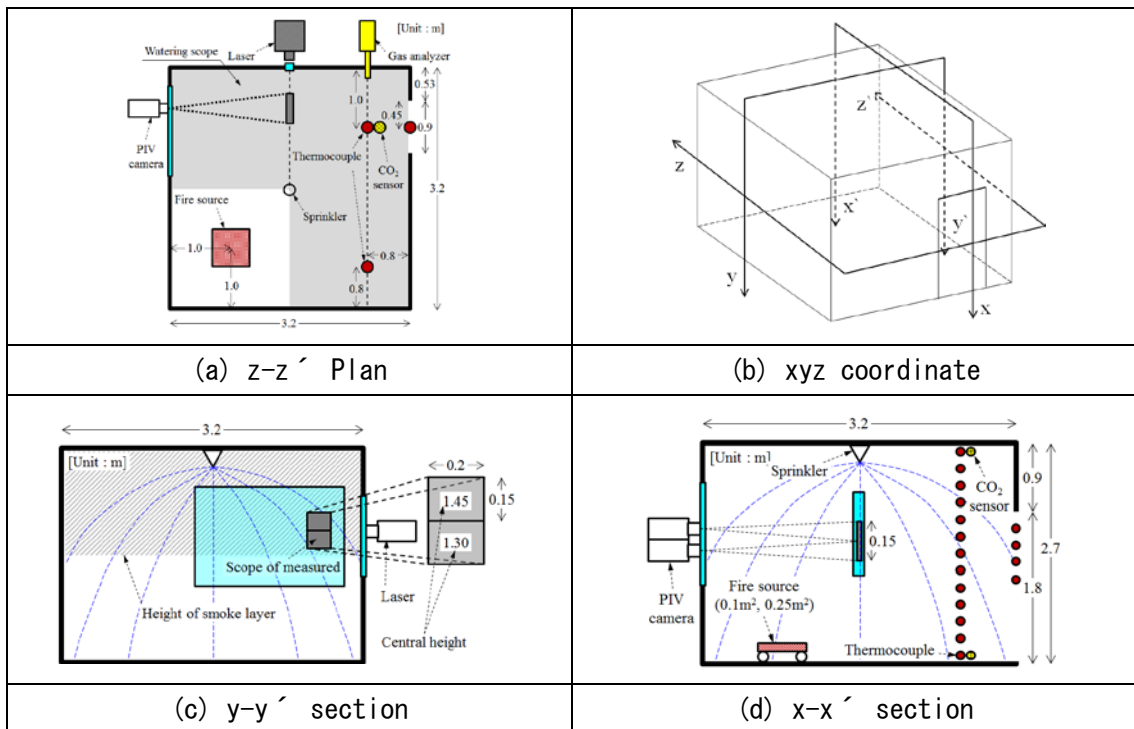


図 3 測定装置及び設置概要

3.2 研究成果および考察

3.2.1 スプリンクラーの噴霧液滴の特性に関する実験結果

(1) 粒径測定

SP ヘッド別に約 3000 枚の有効なデータを入力した。SP ヘッド別に平均粒径は Sauter 平均直径の算出を実施した。測定結果を表 3 に示した。

(2) 粒速測定

粒速の測定結果を表 2 に示した。本研究では SP 粒子に従う煙の下降気流を測定するもので、下部方向の Vector 成分値のみ示されている。

(3) 散水分布測定

SP の散水分布の測定結果を図 4 に示した。散水分布はディフレクター 形態によって分布されることを確認した。

表 3 スプリンクラーの噴霧液滴の実験結果

| List of measurement | T80 | 080 | R50 | F80 |
|---|------|------|------|------|
| Sauter mean diameter (μm) | 302 | 502 | 642 | 610 |
| Particles velocity (m/s) | 2.35 | 4.92 | 4.99 | 6.64 |
| Spray amount (mL/min. 0.1m ²) | 200 | 141 | 175 | 208 |

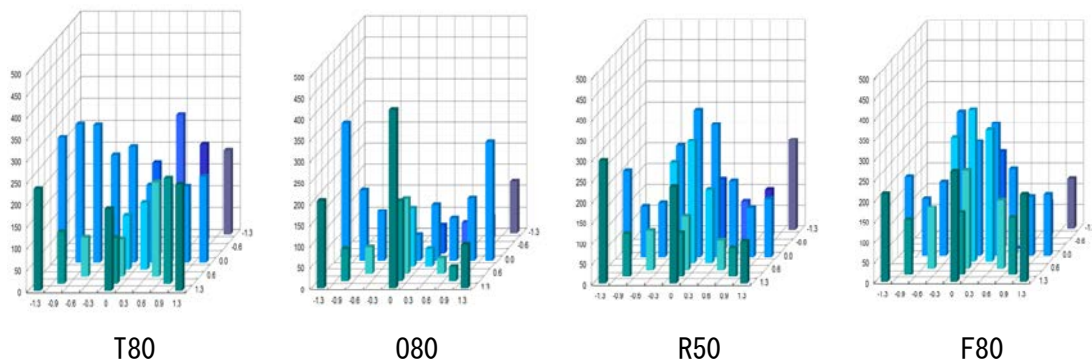


図 4 散水分布測定結果

3.2.2 噴霧液滴による煙の下降気流に対する実験結果

図5に火源によるHRR(Heat release rate)の測定結果を、図6にSPヘッド下降気流の測定結果を示した。

SPヘッド別下降気流の測定結果、火源が大きい場合は(0.25m²)下降気流が安定的に発生したが、火源が小さな場合は(0.1m²)安定的に発生しなかった。しかし、SPヘッドの種類による差は発生しなかった。今後、火源の大きさを考慮した研究が必要であると判断される。

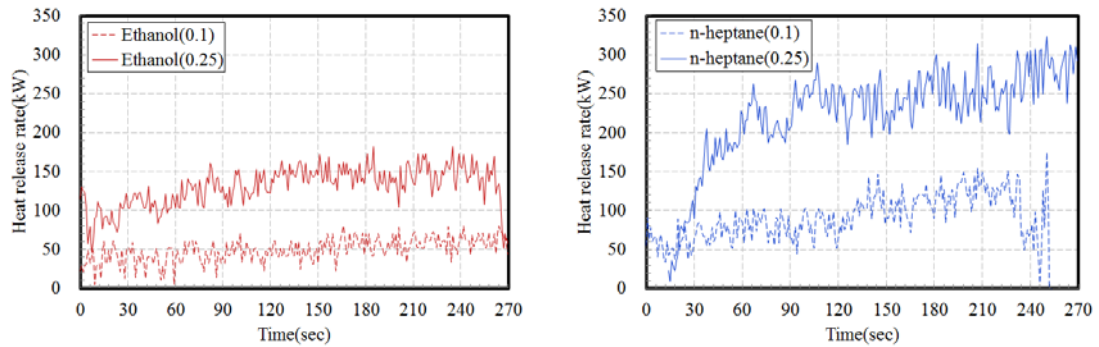


図5 火源別 HRR の測定結果

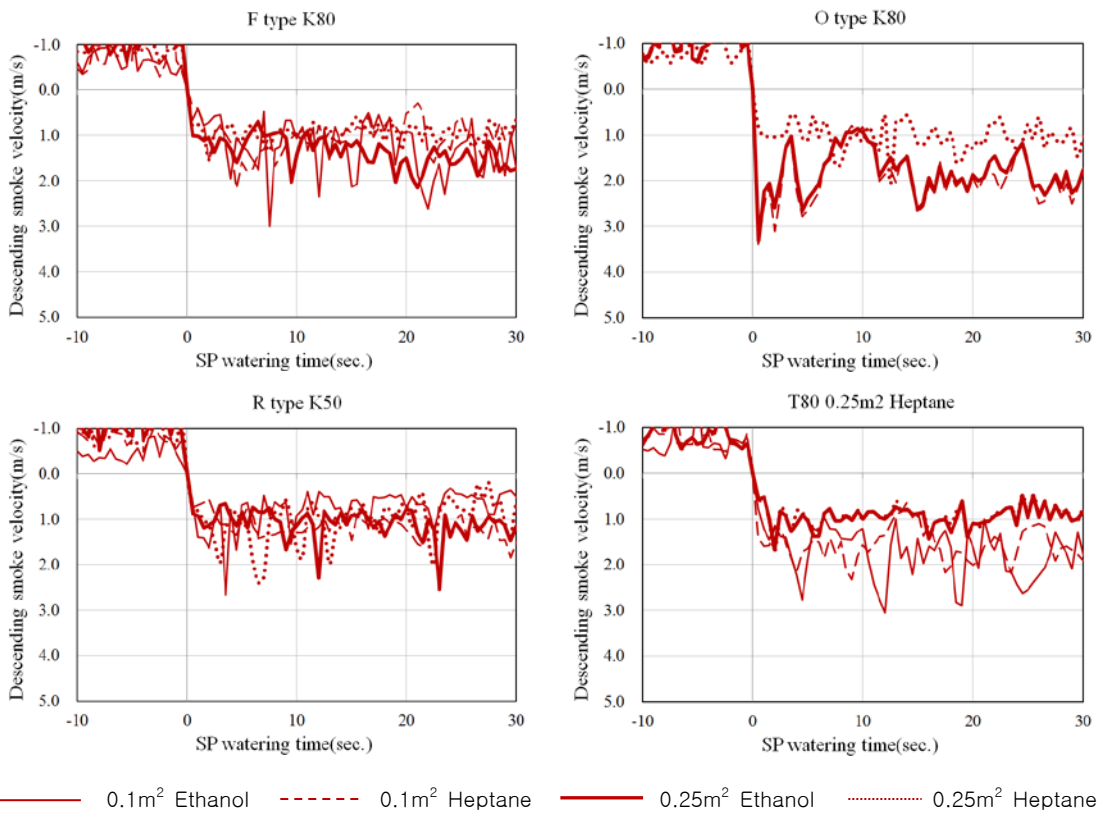


図6 SPヘッド別下降気流の測定結果

3.3 計画達成率

| 研究内容 | | 2013 年 | | | | | | | | | 2014 年 | | |
|--------------------|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|--------|-----|-----|
| | | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 |
| 韓国型 SP の仕様調査 | 予定 | | | | | | | | | | | | |
| | 達成率 | 100% | | | | | | | | | | | |
| SP 及び その他消耗品の購入 | 予定 | | | | | | | | | | | | |
| | 達成率 | 100% | | | | | | | | | | | |
| 実験実施 | 予定 | | | | | | | | | | | | |
| | 達成率 | | | | 100% | | | | | | | | |
| 実験結果の整理及び分析 | 予定 | | | | | | | | | | | | |
| | 達成率 | | | | 100% | | | | | | | | |
| 学会の論文作成及び提出 | 予定 | | | | | | | | | | | | |
| | 達成率 | | | | | | | | 80% | | | | |
| 「研究成果報告書」の作成 | 予定 | | | | | | | | | | | | |
| | 達成率 | | | | | | | | | | 100% | | |
| 「研究成果報告書」の提出 | 予定 | | | | | | | | | | | | |
| | 達成率 | | | | | | | | | | 100% | | |

4. 今後の展望（今後の発展性，見込み等についても記述）

本研究では韓国の SP の粒径及び粒子速度のデータベースを構築し、既往の簡易予測式を検証した。今後、韓日両国の SP 粒径の大きさ及び粒子速度などのデータベース構築及び両国間研究の発展可能性が大きく期待される。

5. 成果の公表状況（学会への発表，学術誌への投稿等を記述。予定も含む）

1. 日本火災学会研究発表会（2014. 5. 27~28）

- * 韓国における スプリンクラー 作動時噴霧液滴特性及び煙挙動に対する研究
 - 作動時噴霧液滴特性及び煙挙動に対する研究 -
 - （尹雄起、徐東九、權寧璉（湖西大学）、沖永誠治、松山堅（東京理科大学））

2. 韓国防災学会（2014. 5 月 予定）

- スプリンクラー作動時の噴霧液滴の煙に対する影響に関する研究（予定）

6. 経費の使用状況

| 消耗品費・会議費・印刷費等 | | 旅費 | | 人件費 | |
|-------------------------|-------|-----------------------|---|-----------------------------|------------------------|
| 事 項 | 金額(円) | 事 項 | 金額(円) | 事 項 | 金額(円) |
| 韓国型 SP 購入費 | 3,830 | 東京理科大学 宿泊 施設利用料 | (8泊9日×1人) (10泊11日×3人) (13泊14日×1人) (11泊12日×1人) 135,000 | 人件費 (食費) (湖西大学 負担) | (45,000×5人) 225,000 |
| | | 東京理科大学 まで往復交通 費 | (50,985×4人) (60,195×1人) 264,135 | | |
| 小計 | 3,830 | 小計 | 399,135 | 小計 | 225,000 |
| 東京理科大学 負担分 総計 402,965 円 | | | | | |
| 湖西大学 負担分 総計 225,000 円 | | | | | |

※スペースが足りない場合はページを増やしても構いません。

※上記5に記載された成果公表については、別刷1部をご提出願います。PDFファイル等の電子データでも構いません。

※本成果報告概要書に記載された内容は、本拠点の成果報告として Web 等で公開されることをお含み置き下さい。

※本成果報告概要書と併せて、研究報告書を提出頂いても構いません。（フォーマットは問いません。）

※後日開催予定の成果講評会で使用されるプレゼンテーション用の電子ファイルについても提出願います。（学内での報告に使用）