消防研究技術資料第76号

新燃料自動車に求められる
消火設備の能力に関する研究報告書

平成19年3月

消防庁 消防大学校 消防研究センター

目次

研究参加者
要約

1．緒　　言 …… 1
2．実　　験 …… 5
3．実験結果 …… 9
4．考　　察 …… 27
5．結　　論 …… 31
6．謝　　辞 …… 35

参 考 文 献 …… 39
参　　考 …… 43

研究参加者

鶴田　俊
鈴木　健
尾川義雄（平成18年4月から19年3月まで 東京消防庁、平成19年4月以降 横浜市安全管理局）
廖　赤虹（現在、モリタ）

要約

自動車用液体燃料に農作物等を原料とするアルコール系燃料を化石燃料に添加した新燃料を用いることが検討されている。想定されるアルコール系燃料を化石燃料に添加した新燃料火災を消火する場合に従来の自動車火災用の泡を用いることが可能か実験により確認を行った。実験ではヘプタンとエチルアルコールを混合し模擬新燃料（E10）を作成した。新燃料自動車が、路上で火災を起こした場合を想定し、側溝に滞留し火災となった状況を模擬して実験を行った。漏洩量が少ない場合を模擬したトレイを用いた均一深さプール火災と漏洩量が多く路面に一部拡がった場合を模擬した傾斜深さプール火災で消火実験を行った。10％のエチルアルコールをヘプタンに添加した模擬新燃料が、0.8 m^2程度の範囲に漏洩した場合には、従来の自動車火災用の泡を用いることが可能であることが分かった。可燃性液面近傍に壁面が存在する条件では、壁面が存在しない条件に比べ消火時間が延びた。今回の実験は、それぞれの条件で1回のみであるが、新燃料火災の消火特性については、新燃料供給事業者が実験等により注意点を調査し、使用者に周知させる必要があることが分かった。

Abstract

Extinction of Alcohol Fuel Fire

Takashi Tsuruda, Takeshi Suzuki, Yoshio Ogawa, Liao Chihong

Agriculture derived alcohol added fossil fuels have been developed for automobile fuel. A series of experiments has been carried out to investigate the effectiveness of the conventional foam agents against fires of these alcohol added fossil fuels. A mixture of 10 % ethylalcohol and 90 % heptane was prepared as a model alcohol added fossil fuel. To simulate fire cases on road, a trench fire and a road surface fire cases were selected for this study. Fires of 0.8 m^2 surface area of this model alcohol added fossil fuel were extinguished with a conventional foam agent. Longer duration of foam discharge was needed for the case of road surface fire. The degradation of foam on ethylalcohol was observed in this study, the supplyer of this kind of fuels has to carry out extinguishing tests and inform consumers on the safe practice of handling.

1．緒　　言

1．緒言

自動車用液体燃料には、ガソリン、軽油が使用されている。商業的に国内で使用されるガソリン、軽油は、原油を精製し製造される化石燃料である。近年、農作物等を原料とするアルコール系燃料を化石燃料に添加した新燃料を用いることが検討されている。

メチルアルコールとエチルアルコールは、ウォーターミストを用いた場合化石燃料の灯油やヘプタンに比べ消火に必要な空間体積あたりの水重量が大きくなる[1]。泡消火剤を用いアルコール火災を消火する場合には耐アルコール泡を用いることになる。想定されるアルコール系燃料を化石燃料に添加した新燃料火災を消火する場合に従来の自動車火災用の泡を用いることが可能か実験により確認を行った[2]。実験ではヘプタンとエタノールを混合し模擬新燃料（E10）を作成した。

本報告書は、独立行政法人消防研究所で平成17年度に行われた「新燃料自動車に求められる消火設備の能力に関する研究」の結果をまとめたものである。

2．実　　験

2．実験

新燃料自動車が、路上で火災を起こした場合を想定し、側溝に滞留し火災となった状況を模擬して実験を行った。漏洩量が少ない場合を模擬したトレイを用いた均一深さプール火災と漏洩量が多く路面に一部拡がった場合を模擬した傾斜深さプール火災で消火実験を行った。

消火実験は、総合消火研究棟の主実験場中央部にFig.1に示す内法895mmx895mmx150mmの容器を設置して行った。傾斜深さプール火災の場合には、傾斜角1.3度の傾斜板を設置した。容器は、電子秤の上に設置した。電子秤への火炎からの熱放射を防ぐ目的で耐火ボードとスペーサーで容器と電子秤を区切ってある。消火薬剤が電子秤の機能に障害を与えることを予防する目的で消火薬剤放射側にコンクリートブロックを設置した。容器の四隅、中心、放射点に熱電対を設置した。ビデオカメラを用い画像記録を行った。

消火薬剤は矢印の方向から放射した。水成膜泡3％型（泡第1～6号）［メガフォームF-623］を3％水溶液とし二流体ノズルM40（水溶液40 l/分、空気 1000 l/分）で放水した。

実験に用いた可燃性液体は、ヘプタン、メチルアルコール、エチルアルコール、10％エチルアルコール＋90％ヘプタン（E10）であった。均一深さプール火災の実験は、可燃性液体を24 l用い、液厚み30mmとした。傾斜深さの実験では、液厚みおよそ30mmとなりかつ傾斜板の上端が液面と一致するように調整した。可燃性液体の着火時の温度は、10.4℃～7.5℃であった。

可燃性液体に着火後2分間自由燃焼させた後に消火した。消火作業は手持ちで行った。

実験時の気温は、8.2℃から6.1℃、天候は雨または曇り、湿度は98％から85％であった。

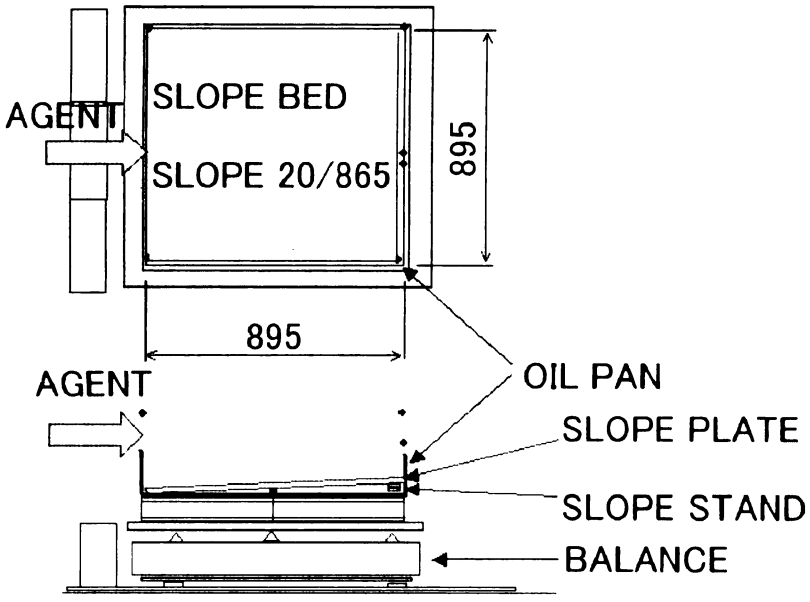


Fig. 1 EXPERIMENTAL APPARATUS

3．実験結果

3．実験結果

可燃性液体に小火炎で着火すると表面を火炎が伝ぱし、全面が火炎に覆われた。自由燃焼中の火炎は、メチルアルコール、エチルアルコール、ヘプタンの順に明るくなり、赤色が強くなった。10％エチルアルコール＋90％ヘプタンは、ヘプタンの場合とほぼおなじであった。

放水を開始するとメチルアルコールの火炎の色が赤みを帯びた。

メチルアルコール、エチルアルコール、ヘプタンと10％エチルアルコール＋90％ヘプタンの消火挙動を比較することにより定性的に評価を行った。メチルアルコールとエチルアルコールの場合は、可燃性液体表面の泡層の形成がヘプタンの場合に比べ著しく阻害された。消火後放水を停止するとメチルアルコールとエチルアルコールの場合は、可燃性液体表面の泡層がヘプタンに比べ短時間で崩壊した。泡層の崩壊は細かな泡が消失し、大きな泡が膨張し、破裂することによって完了した。泡層の崩壊は、いずれの条件でもエタノールのほうが早かった。

3．1　ヘプタン均一深さプール火災実験画像

ヘプタンを用いた均一深さプール火災実験画像をFig. 2に示す。図中のｔは、着火からの時間である。着火源から液面に沿って火炎が燃え拡がる過程のt = 0.2 sでは、火炎先端部は、青色である。火炎先端から離れるにつれて火炎は赤みを帯び、輝度が高くなる。t = 0.4 sで火炎先端がトレイ壁面に到達すると輝度の高い部分が増加している。t = 4.1 sでは、輝度の高い火炎が液面を覆っている。t = 120 sで消火薬剤を放射すると火炎の輝度が高くなる。t = 120.7 sでは、消火薬剤が火炎に到達し、火炎の形状が変形している。消火薬剤が可燃性液体表面を被覆するt = 135.3 sでは、火炎は、トレイ壁面近傍に局在する。t = 148.5 sの時点では、可燃性液体表面は白色の泡により被覆されている。

11−802DV t = 0

11−802DV t = 0.4 s

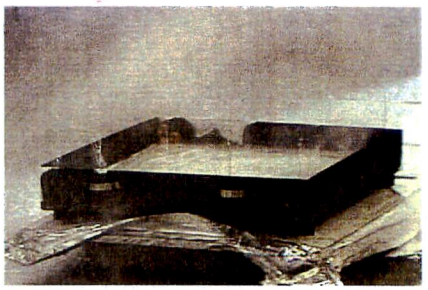
11−802DV t = 0.2 s

11−802DV t = 4.1 s

11−802DV t = 120 s

11−802DV t = 135.3 s

11−802DV t = 120.7 s



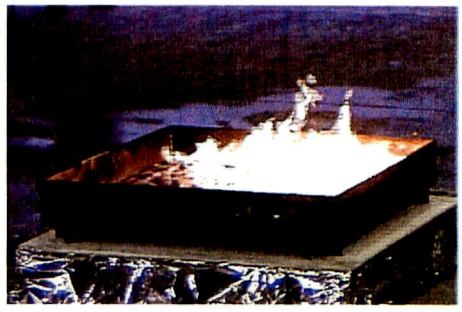
11−802DV t = 148.5 s

Fig. 2 HEPTANE POOL FIRE

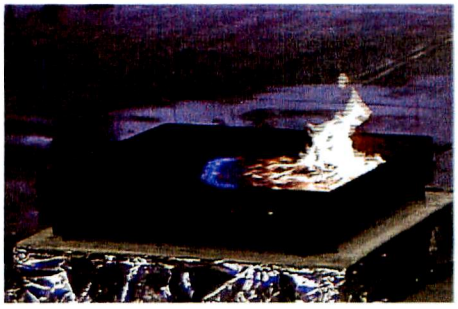
3．2　10%エチルアルコール＋90%ヘプタン均一深さプール火災実験画像

10%エチルアルコール＋90%ヘプタンを用いた均一深さプール火災実験画像をFig. 3に示す。着火源から液面に沿って火炎が燃え拡がる過程のt = 0.3 sの様子は、ヘプタン均一深さプール火災実験画像と類似している。火炎先端がトレイ壁面に到達する時点の状況と輝度の高い火炎が液面を覆っている状況もヘプタン均一深さプール火災実験画像と類似している。消火薬剤を放射した場合の状況も類似していた。

11－803DV　　t = 0



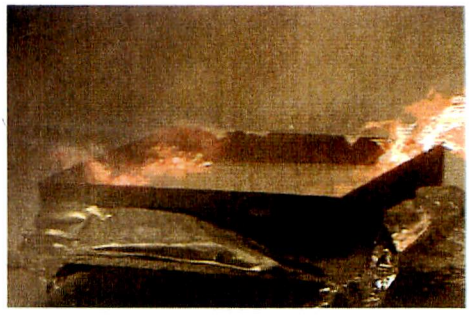
11－803DV　　t = 0.57 s



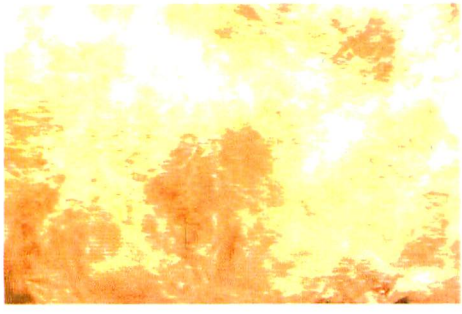
11－803DV　　t = 0.3 s

11－803DV　　t = 4.6 s

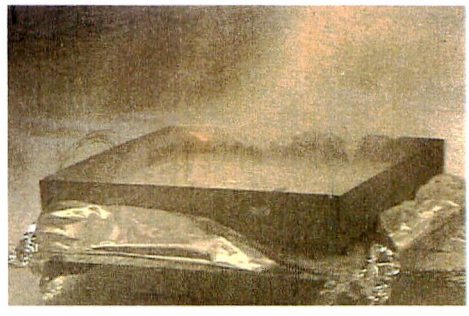
11－803DV　　t = 119.3 s



11－803DV　　t = 134.5 s



11－803DV　　t = 120.9 s



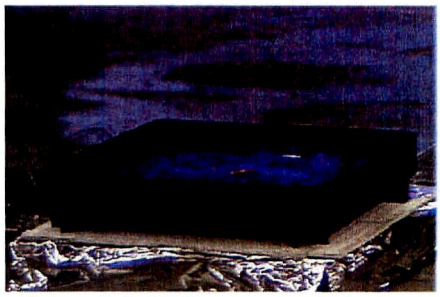
11－803DV　　t = 139.3 s

Fig.　3　10 % ETHYLALCOHOL + 90 % HEPTANE POOL FIRE

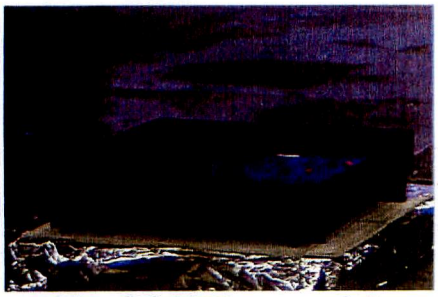
３．３　メチルアルコール均一深さプール火災実験画像

メチルアルコールを用いた均一深さプール火災実験画像をFig. 4に示す。着火源から液面に沿って火炎が燃え拡がる過程のt = 1.5 sでは、火炎は、青色である。局所的に橙色の部分がみえる。ヘプタンや10%エチルアルコール＋90%ヘプタンの場合に比べ液面に沿って火炎が燃え拡がる速度は、数分の一となっている。t = 2.4 sで火炎先端がトレイ壁面に到達しても火炎の輝度はほとんど変わらない。t = 4.4 sでは、橙色の部分の数が増えている。t = 120 sで消火薬剤を放射し、消火薬剤が火炎に到達すると火炎は明るい橙色に変わる。t = 184.5 sでは、消火薬剤の泡が可燃性液体表面の半分程度を被覆している。t = 193.7 sでは、可燃性液面表面は、白色の泡により被覆されている。

11－804DV　　t = 0

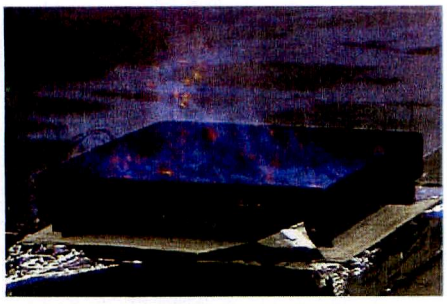


11－804DV　　t = 2.4 s



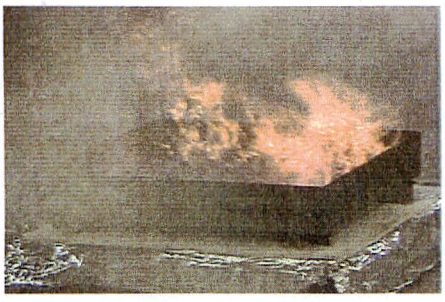
11－804DV　　t = 1.5 s

11－804DV　　t = 4.4 s

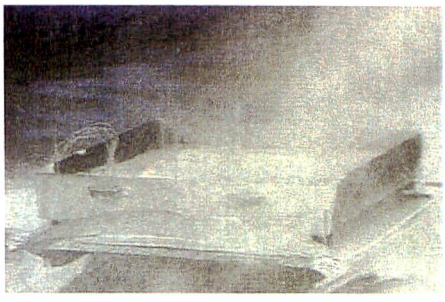


11－804DV　　t = 119.4 s

11－804DV　　t = 184.5 s



11－804DV　　t = 120.0 s

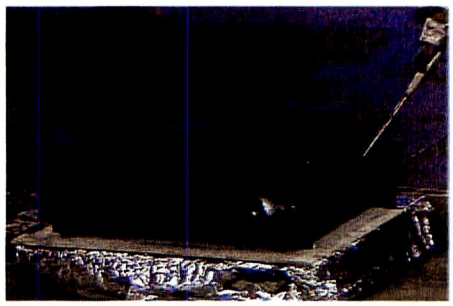


11－804DV　　t = 193.7 s

Fig. 4　METHYLALCOHOL POOL FIRE

3．4　エチルアルコール均一深さプール火災実験画像

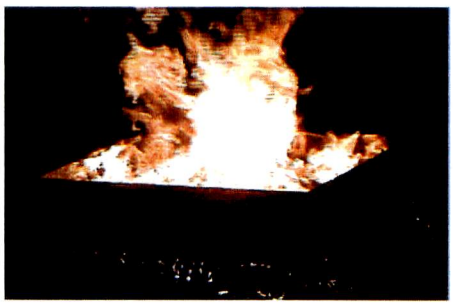
エチルアルコールを用いた均一深さプール火災実験画像をFig. 5に示す。着火源から液面に沿って火炎が燃え拡がる過程のt = 2.7 sでは、火炎先端部の青色の部分が広い点を除くとヘプタンや10%エチルアルコール+90%ヘプタンの火炎と類似している。
t = 120 sで消火薬剤を放射し、t = 198.7 sの時点で可燃性液体表面の四分の一程度を消火薬剤の泡が被覆している。火炎は縮小しているが、泡の被覆しない可燃性液面が全体の半分程度となっている。t = 206.4 sの時点で、可燃性液体表面の三分の一程度は泡が見えない。



11－805DV　　t = 0

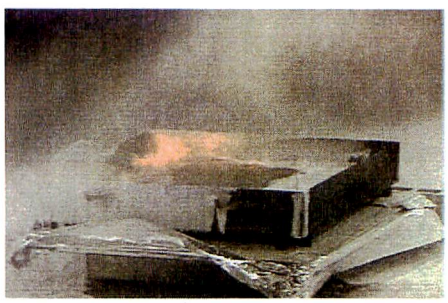
11－805DV　　t = 4.7 s

11－805DV　　t = 2.7 s

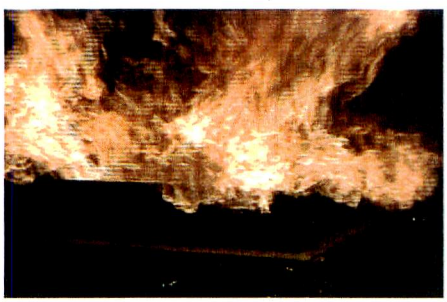


11－805DV　　t = 10.0 s

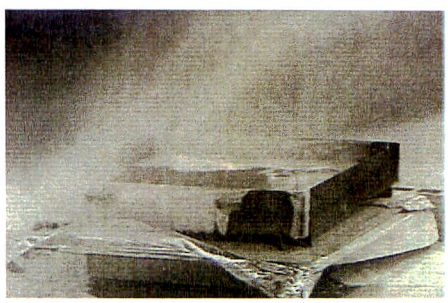
11－805DV　　t = 119.4 s



11－805DV　　t = 198.7 s



11－805DV　　t = 120.3 s



11－805DV　　t = 206.4 s

Fig. 5　ETHYLALCOHOL SLOPE BED POOL FIRE

3．5　ヘプタン傾斜深さプール火災実験画像

ヘプタンを用いた傾斜深さプール火災実験画像をFig. 6に示す。均一深さプール火災実験と同様の挙動を示している。t = 120 sで消火薬剤放射開始した。傾斜板が露出し、均一深さプール火災実験に比べ火炎が消失するまでの時間が長くなっている。

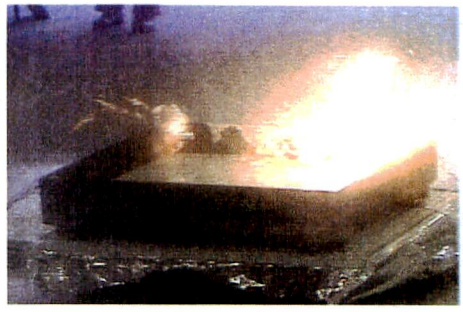
11－807DV　　t = 0

11－807DV　　t = 0.6 s

11－807DV　　t = 0.3 S

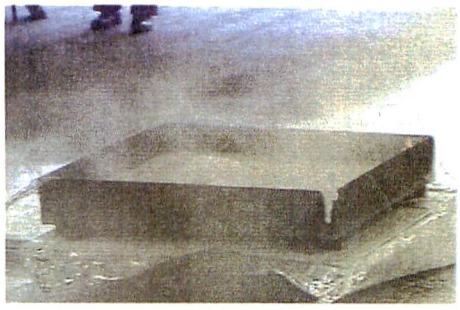
11－807DV　　t = 4.0 s

11－807DV　　t = 120.2 s



11－807DV　　t = 147.7 s

11－807DV　　t = 121.2 s



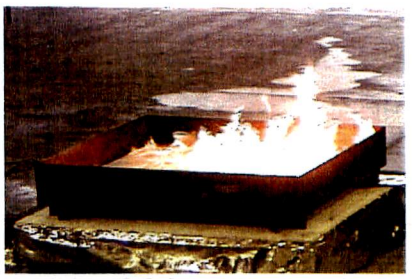
11－807DV　　t = 164.1 s

Fig. 6 HEPTANE SLOPE BED POOL FIRE

3．6　10%エチルアルコール＋90%ヘプタン傾斜深さプール火災実験画像

10%エチルアルコール＋90%ヘプタンを用いた傾斜深さプール火災実験画像をFig. 7に示す。着火直後の挙動は均一深さプール火災実験と同様であった。t = 120 sで消火薬剤放射を開始すると均一深さプール火災実験と同様に可燃性液体表面が泡に覆われた。傾斜板が露出し、均一深さプール火災実験に比べ火炎が消失するまでの時間が長くなっている。

11－808DV　　t = 0



11－808DV　　t = 0.57 s

11－808DV　　t = 0.37 s

11－808DV　　t = 4.0 s

11－808DV　　t = 120.3 s

11－808DV　　t = 145.8 s

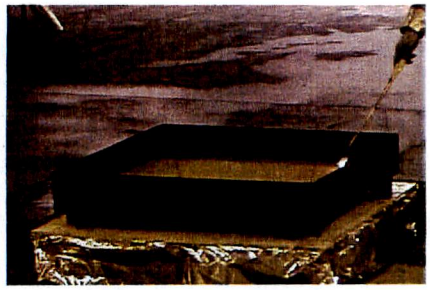
11－808DV　　t = 120.7 s

11－808DV　　t = 150.9 s

Fig. 7
10 % ETHYLALCOHOL + 90 % HEPTANE SLOPE BED POOL FIRE

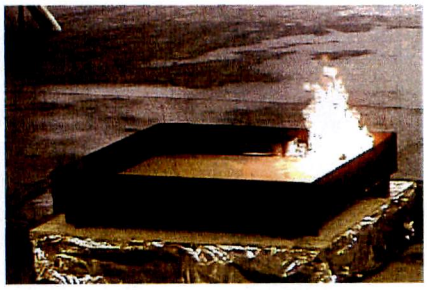
３．７　エチルアルコール傾斜深さプール火災実験画像

エチルアルコールを用いた傾斜深さプール火災実験画像をFig. 8に示す。均一深さプール火災実験と同様の挙動を示している。t = 120 sで消火薬剤放射を開始すると均一深さプール火災実験とほぼ同じ時間で火炎が消失している。



11－809DV　　t = 0

11－809DV　　t = 4.2 s



11－809DV　　t = 2.7 s

11－809DV　　t = 8.0 s

11－809DV　　t = 120.5 s

11－809DV　　t = 133.4 s

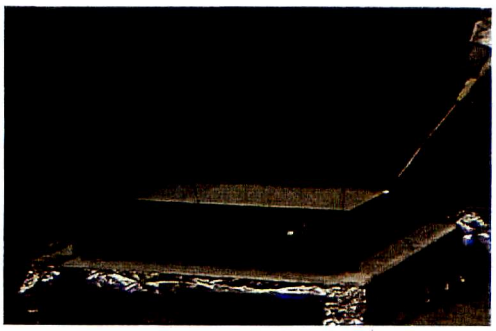
11－809DV　　t = 120.8 s

11－809DV　　t = 207.9 s

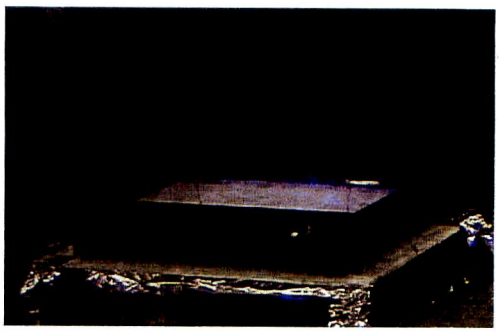
Fig. 8　ETHYLALCOHOL SLOPE BED FIRE

3．8　メチルアルコール傾斜深さプール火災実験画像

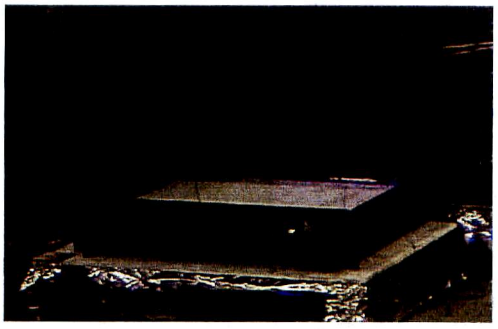
メチルアルコールを用いた傾斜深さプール火災実験画像をFig. 9に示す。均一深さプール火災実験と同様の挙動を示している。t = 120 sで消火薬剤放射を開始すると均一深さプール火災実験とほぼ同じ時間で火炎が消失している。



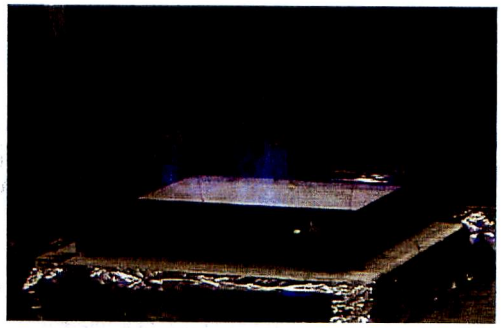
11－810DV　　t = 0



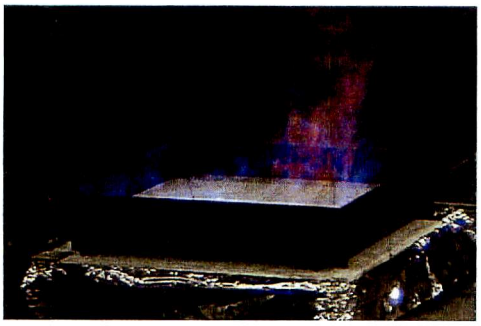
11－810DV　　t = 2.5 S



11－810DV　　t = 1.7 s



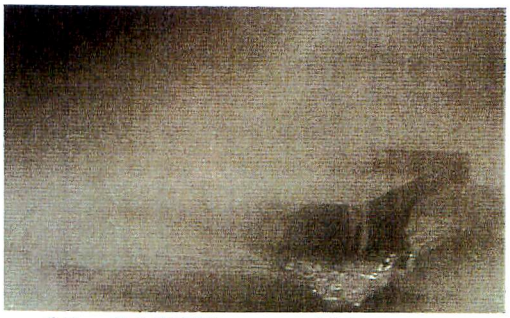
11－810DV　　t = 5.6 s



11－810DV　　t = 120.2 s

11－810DV　　t = 182.5 s

11－810DV　　t = 121.1 s



11－810DV　　t = 186.4 s

Fig. 9 METYLALCOHOL SLOPE BED FIRE

3．9　火災実験画像解析

プール火災実験画像は、火炎と消火薬剤泡の挙動を把握する目的でビデオの自動露光調整機能を作動させた。そのため火炎の輝度が高い期間、周囲は暗く記録されている。このほかに照明装置が交流電源であるため、画像の明るさが変動した。このような変動による画像の明るさ変化を取り除く目的で、トレイ近傍の耐火ボードの明るさを基準にトレイ内部の明るさを規格化した。火炎の輝度が小さいメチルアルコールの場合には、ビデオの記録素子の飽和影響を受けずに火炎と消火薬剤の挙動を把握できた。

Fig. 10にメチルアルコール均一深さプール火災実験画像の解析結果を示す。横軸は、着火からの時間、tで単位は秒である。縦軸は、トレイ内の赤、緑、青成分の平均規格化輝度である。Fig. 5で見たように燃焼中は青成分が赤や緑成分に比べ大きな値となっている。消炎し、赤、緑、青成分がほぼ同じ輝度となったt = 195 s以降、泡の崩壊に伴って輝度が時間と共に直線的に小さくなる。t = 240 sで泡の崩壊は終わる。およそ45秒の間で崩壊している。

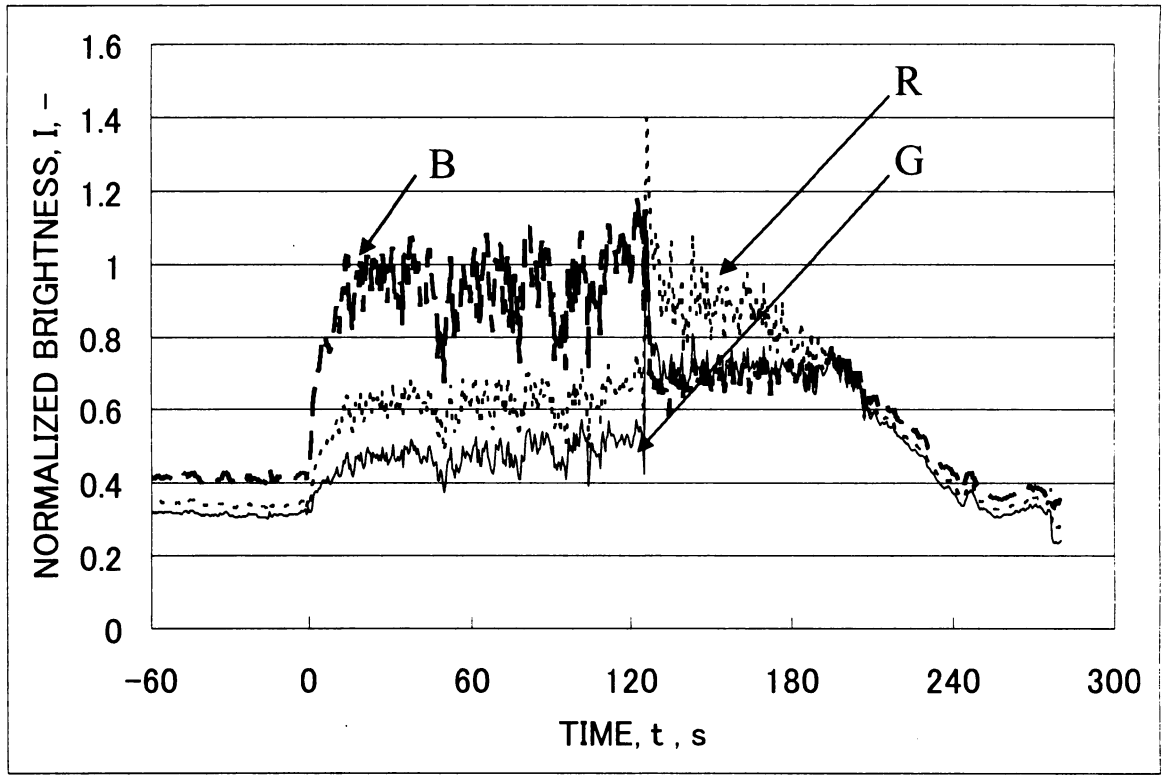


Fig. 10 NORMALIZED BRIGHTNESS OF METHYLALCOHOL POOL FIRE

Fig. 11にメチルアルコール傾斜深さプール火災実験画像の解析結果を示す。Fig. 10と同様に燃焼中は青成分が赤や緑成分に比べ大きな値となっている。傾斜板の寄与により各成分の最小値が高くなっており、消炎後の輝度変化は小さく現れている。

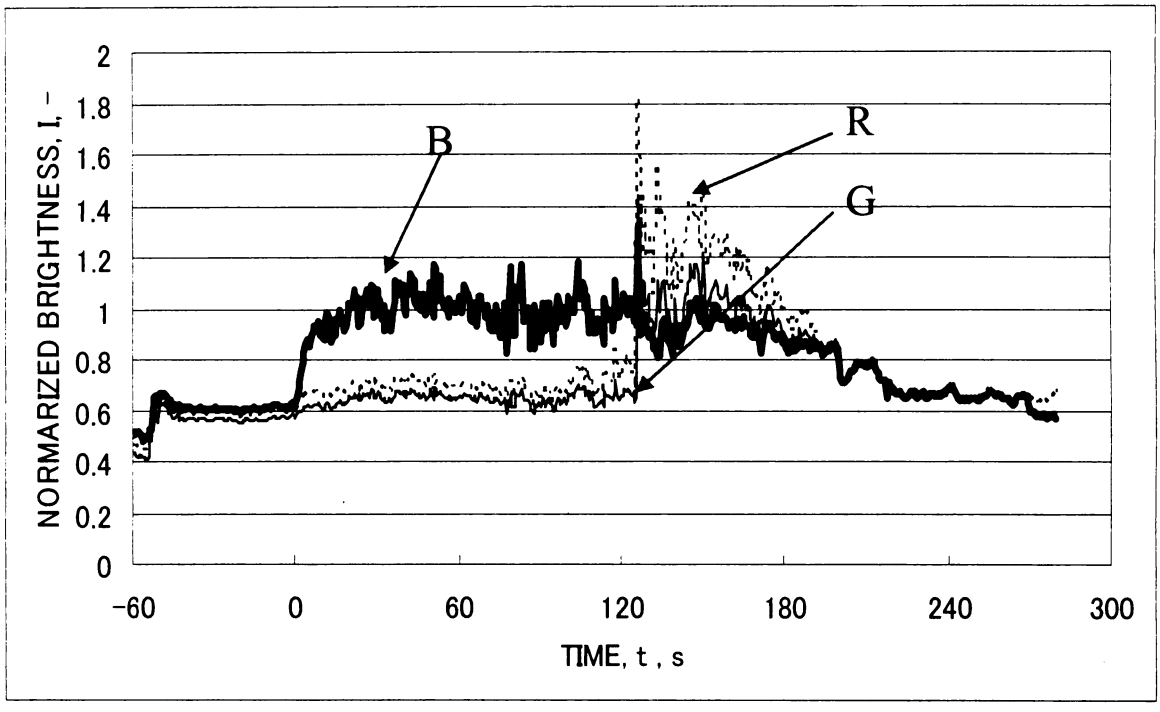
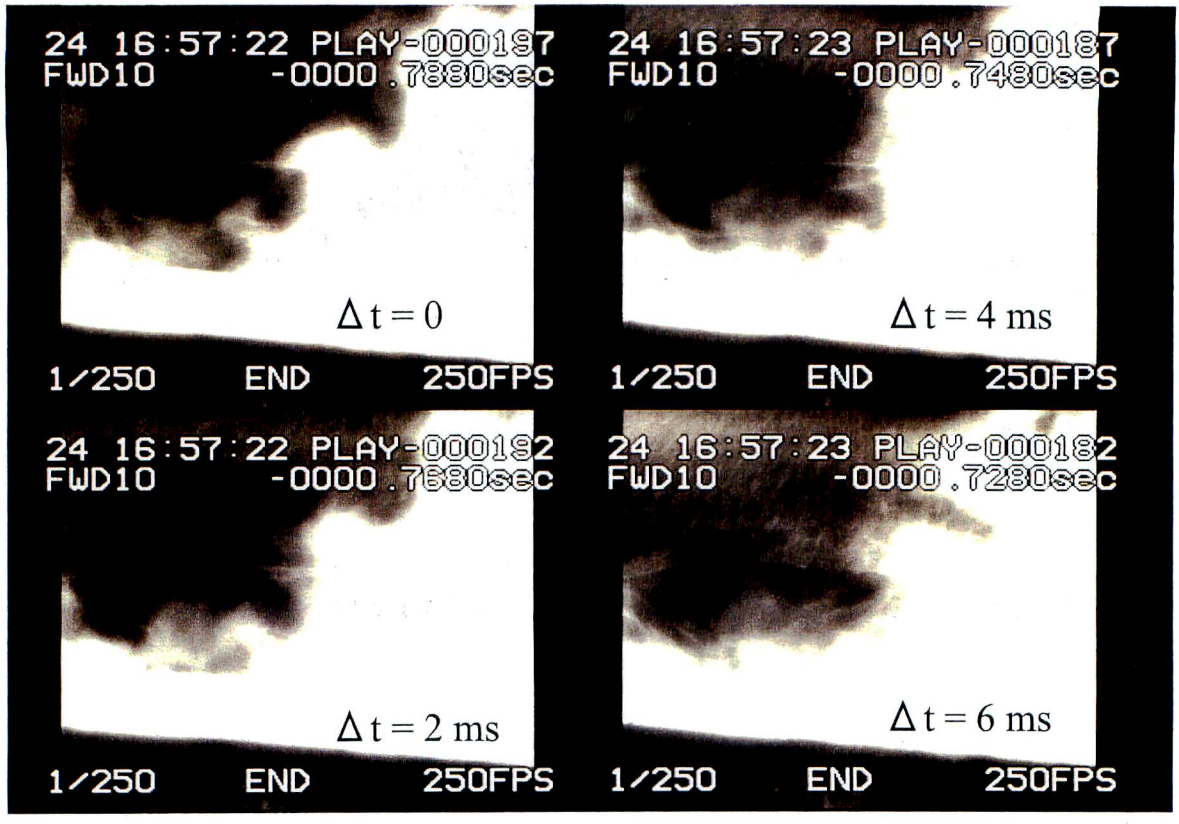


Fig. 11 NORMALIZED BRIGHTNESS OF METHYLALCOHOL SLOPE BED POOL FIRE

Fig. 12にメチルアルコール傾斜深さプール火災実験の高速度画像を示す。高速度カメラの記録時間が限られているので、火炎に泡の到着した時点の近辺を毎秒250コマで記録した。5コマ毎に2ms間隔で示した。火炎に泡の到着した時点をΔt = 0として時間経過を示した。Δt = 0の画像の右上部に火炎が拡散したように見える部分に噴霧状の泡が到達している。時間の経過と共に空間中の噴霧濃度が上昇し、散乱光が増加する。Δt = 14 msの画像を見ると噴霧状の泡と高温の燃焼気体の相互作用により発光部がトレイの壁面付近に見える。その後この発光部の面積は増加し、画面全体が明るくなる。



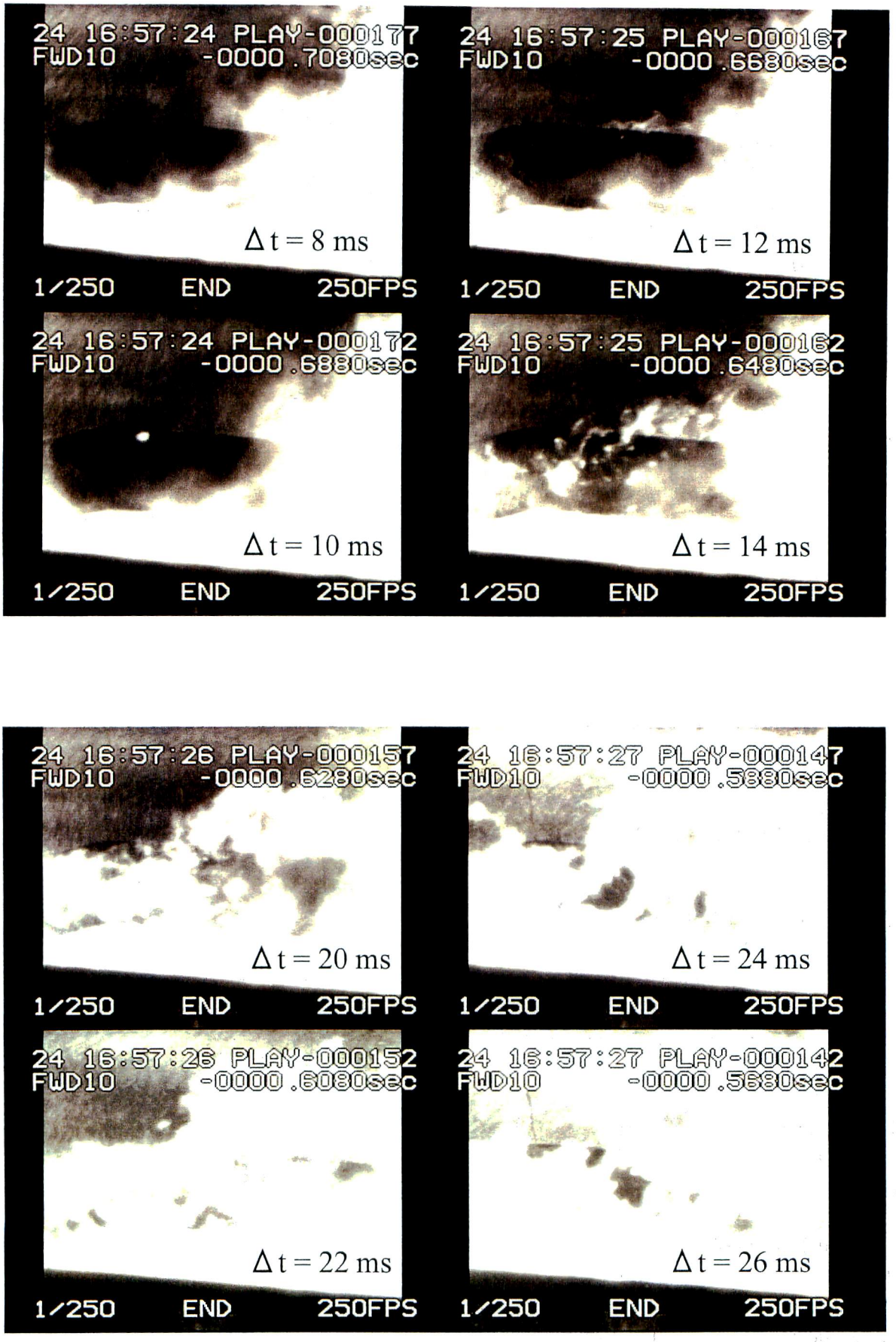


Fig. 12 HIGHSPEED FLAME IMAGES

3．10　質量燃焼速度

可燃性液体の重量変化を計測した測定例をFig. 13に示す。ヘプタンを用いた均一深さプールの実験結果である。横軸は、着火からの時間、tで単位は秒である。縦軸は、トレイの重量、Wで単位はｋｇである。着火直後トレイ上の空気層の温度上昇に伴い重量が急激に低下する。その後、時間と共に減少速度が増加し、t = 20 s以降は、ほぼ一定の速度で減少している。t = 120 sから消火薬剤を放射するとノズルの操作につれ変動が生じているが薬剤の投入量に応じ重量増加が起きた。消炎に伴い消火薬剤放射を停止するとおよそ30秒重量が減少し、重量変化がなくなる。この期間に可燃性蒸気と消火薬剤泡が気化していると考えられる。

自由燃焼期間の重量減少から質量燃焼速度を計算した結果をtable 1に示す。

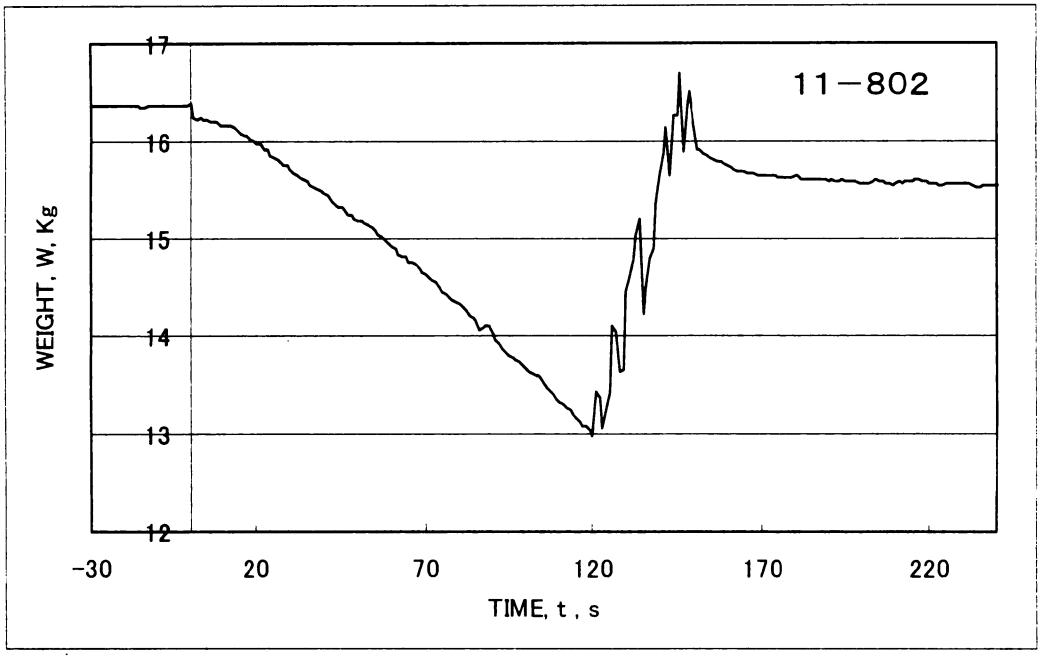


Fig. 13 WEIGHT CHANGE OF FUEL

TABLE 1　MASS BURNING RATE

FUEL	MASS BURNING RATE[kg/(m^2・s)]
POOL FIRE	
HEPTANE	3.54×10^{-2}
METHYLALCOHOL	1.51×10^{-2}
ETHYLALCOHOL	1.87×10^{-2}
E10	3.60×10^{-2}
SLOPE BED POOL FIRE	
HEPTANE	3.27×10^{-2}
METHYLALCOHOL	1.56×10^{-2}
ETHYLALCOHOL	1.88×10^{-2}
E10	2.74×10^{-2}

３．１１　消火時間

火炎が消失するまで薬剤を放射し消火時間を測定した。可燃性液体毎の消火時間をtable２に示す。

TABLE 2　　DISCHARGE　PERIOD

FUEL	DISCARGE　PERIOD [s]
POOL FIRE	
HEPTANE	30
METHYLALCOHOL	77
ETHYLALCOHOL	88
E10	20
SLOPE BED POOL FIRE	
HEPTANE	45
METHYLALCOHOL	70
ETHYLALCOHOL	90
E10	31

３．１２　放水密度

消火に要した放水量をもとに可燃性液体単位面積あたりの放水密度をtable 3に示す。

TABLE 3　DISCHARGED AGENT DENSITY

FUEL	DISCHARGED DENSITY [l/m^2]
POOL FIRE	
HEPTANE	24.3
METYLALCOHOL	64.3
ETHYLALCOHOL	72.9
E10	17.4
SLOPE BED POOL FIRE	
HEPTANE	37.5
METHYLALCOHOL	58.4
ETHYLALCOHOL	75.0
E10	25.9

4．考　　察

４．考察

エタノールを10％添加して作成した模擬新燃料（E10）とヘプタンの燃焼速度は均一深さプール火災では同一であったが傾斜深さプール火災では模擬新燃料（E10）の燃焼速度はおよそ２５％低下している。メチルアルコールとエチルアルコールの燃焼速度には傾斜板の影響は見られない。平均燃焼速度の大きい模擬新燃料（E10）とヘプタンは液面降下量が大きく傾斜板が露出し、液面面積が減少したことにより平均燃焼速度が低下したと考えられる。

消火時間を比較すると傾斜板の存在により模擬新燃料（E10）とヘプタンの消火時間はない場合に比べ50％増加しているがメチルアルコールとエチルアルコールの消火時間には傾斜板の影響は見られない。平均燃焼速度の低下から液面面積が模擬新燃料（E10）とヘプタンが減少していると推定されるにもかかわらず消火時間が長くなっている。記録画像を見ると放水側側板基部に火炎が残っていることから泡の流動性や安定性が低下し、可燃性液体表面被覆が遅くなっていると推定される。

模擬新燃料（E10）とヘプタンの消火時間を比べると傾斜板の有無にかかわらず模擬新燃料（E10）の消火時間はヘプタンの場合のおよそ三分の二となっている。泡の安定性を損なうエチルアルコールを含む模擬新燃料（E10）が主成分のヘプタンに比べ泡により消火しやすいとの結果となった。アルコールを添加した新燃料を消火し、従来のガソリンに比べ短時間で消火でき放水量が少なくなり、泡がアルコールによって早く崩壊し、短時間に可燃性液体表面が大気に暴露されるおそれがある。

アルコールとヘプタンの消火時間を比べるとアルコールの場合には二倍から三倍に延びている。これは、可燃性液体表面に形成された泡層が崩壊しやすくなるためである。

消火後の泡層の崩壊が早いと可燃性液体表面が大気に暴露され可燃性混合気が形成されやすくなるので注意が必要である。今回の実験では、実使用条件に近い条件で実験を行ったために模擬新燃料（E10）とヘプタン表面泡層の安定性の差は見出せなかった。

メチルアルコールの火炎輝度が小さく、可視ビデオ画像から消火後の消火薬剤泡の消失挙動を把握することができた。

5．結　　論

5．結論

想定されるアルコール系燃料を化石燃料に添加した新燃料火災を消火する場合に従来の自動車火災用の泡を用いることが可能か実験により確認を行った。10％のエタノールをヘプタンに添加した模擬新燃料が、0.8m²程度の範囲に漏洩した場合には、従来の自動車火災用の泡を用いることが可能であることが分かった。可燃性液面近傍に壁面が存在する条件では、壁面が存在しない条件に比べ消火時間が延びた。今回の実験は、それぞれの条件で1回のみであるが、新燃料火災の消火特性については、新燃料供給事業者が実験等により注意点を調査し、使用者に周知させる必要があることが分かった。

新燃料供給事業者から消火に関する情報が提供されない場合、10％程度のアルコールを含む新燃料で0.8m²程度の漏洩面積であれば、消火後泡の放水を継続し可燃性液体表面の被覆を十分に行い、泡の安定状況を確認する対応が必要と考えられる。

6．謝　　辞

6．謝辞

この研究は、横浜市消防局（現在、横浜市安全管理局）との共同研究の一部として実施した。ここに記して謝意を表する。

参　考　文　献

参考文献

1）尾川，廖，鶴田，斉藤：平成14年度日本火災学会研究発表会概要集，56-59（2002）
2）鶴田，鈴木，尾川，廖：新燃料自動車火災の消火について，平成18年度日本火災学会研究発表会概要集，202-205（2006）

参　　考

参考1

液体燃料の消火に関する中国の動向

中国でのエタノールガソリンの使用状況と防火対策について、平成17年6月中国の武装警察学院と清華大学を訪問した際に、消防関係者に聴き取り調査を行った。それに加えて文献調査も行った。中国におけるエタノールガソリンの使用と防火対策は以下の状況にある。

中国は石油に対する依存を減らす観点から、エタノールガソリンの使用を推進している。ただし、地方によって、かなりの温度差がある。吉林省は2003年10月から省内でガソリンの使用を全面的にエタノールガソリンに切り替えた。また、安徽省も2005年4月から省内での一般ガソリンの販売を中止させ、エタノールガソリンの使用に切り替えた。しかし、北京や天津あたりにエタノールガソリンの給油所はまったく見当たらなかった。その理由は穀物の生産量にある。つまり、穀物の産地は品質が低下した在庫穀物を多く抱えている。それを消化するために、エタノールガソリンの使用を積極的に推進していると考えられる。従って、穀物生産地の吉林省、安徽省、河南省などがそれを積極的に推進してきた。

一方、腐食と出力低下およびエンストなどの問題があるので、エタノールガソリンは必ずしも車の使用者から歓迎されるものではない。また、エタノールガソリンを販売する利益が普通のガソリンより少ないため、ガソリンスタンドからも歓迎されていないようである。

中国では、現在エタノールガソリンに対する全国的な専用の防火規定がない。その火災や爆発防止に関しては、既存の消防法と「建築設計防火規範」(GBJ16-87)、「石油庫設計規範」(GBJ74-84)、「小型石油庫及汽車加油加気站設計与施工規範」(GB50156-92)、「石油化工企業設計防火規範」(GB50160-92)、「爆発和火災危険環境電力装置設計規範」(GB50058-92)などの法規は適用されている[1)]。

中国で使用されているエタノールガソリンは、エタノールを10%添加したものである。その火災性状と消火に関しては、公安部天津消防研究所はその爆発限界、引火点、発火温度の測定および直径5.4mのプール火災と消火実験を行った[2)]。消火実験の結果は以下のようである。

実験条件

火皿面積：4.52 m^2

エタノールガソリンの量：200 Lと400 L

予燃時間：1 min と3 min

泡ノズルの最大供給能力：0.24 L/(s・m^2)

消火できる泡の臨界供給量

6%耐アルカリ性フッ素蛋白泡：2.5 L/(min・m^2)

6%耐アルカリ性水成膜泡：2.0 L/(min・m^2)

また、この実験条件の火災において、天津消防研究所の推薦供給量は以下のようである。

6%耐アルカリ性フッ素蛋白泡：6.0-8.0 L/(min・m^2)

6%耐アルカリ性水成膜泡：4.0-6.0 L/(min・m^2)

ただし、実際の消火経験からみると、エタノールガソリン火災を消火するには、泡の供給強度は「低倍数泡沫滅火系統設計規範」(GB50151-92)第3.2.1条の規定より低くすべきではないという公安部消防局の意見がある[1)]。すなわち、泡の供給強度は12 L/(min・m^2)で、連続供給時間は25 minである。

参考文献

1）陳家強：車用乙醇汽油及其火災的防範与扑救，消防科学与技術（中国），24(4)，403-407，(2005.7)（in Chinese）

2）叶 他：車用乙醇汽油火災危険性評估及対策，消防科学与技術（中国），24(1)，31-35，(2005.1)（in Chinese）

参考2

アルコール燃料の利用については、過去に集中的に調べられたことがあり、多数の報告がつくられた。本報告の趣旨は、公設の消防機関が所有する通常の自動車火災用の泡により、アルコール系燃料を化石燃料に添加した新燃料火災を消火できるかどうか確認することである。その他の点に関しては、既存の報告を参照されたい。例えば、アルコールの製法に関しては、バイオマスハンドブック[1]にまとまられている。アルコールの基礎的な燃焼特性に関しては、平野らによる解説[2]、幸田による解説[3]を参照されたい。

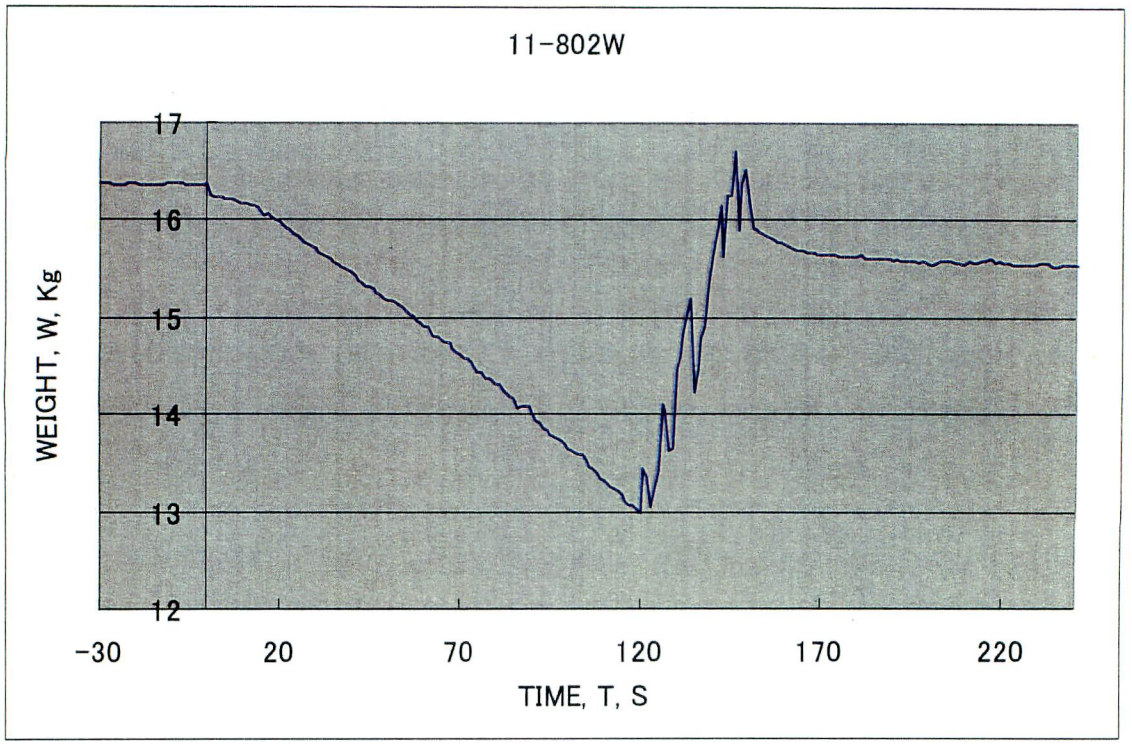
本報告では、公設の消防機関が所有する通常の自動車用の泡を消火実験に使用した。なお、水溶性液体用の泡がすでに開発され、販売されている。水溶性液体用の泡については、沖山の解説[4]を参照されたい。

参考文献

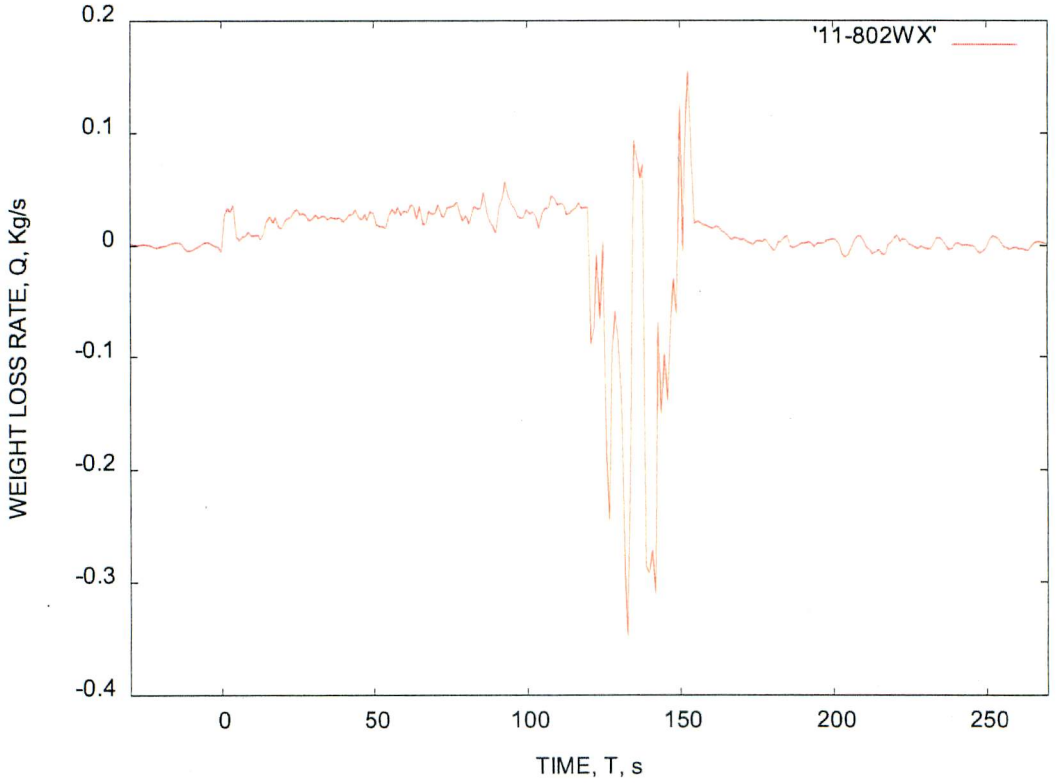
1) 日本エネルギー学会 編: バイオマスハンドブック, オーム社 (2002)
2) 平野, 秋田: メタノールの燃焼特性, 燃焼研究, 54, 1-10 (1980)
3) 幸田: メタノールの燃焼, 化学工学の進歩21 燃焼・熱工学, 槇書店, 27-42 (1987)
4) 沖山: 泡消火薬剤について(4) -水溶性液体用泡消火薬剤の性能水準-, 火災, 29(4), 41-47 (1979)

参考3

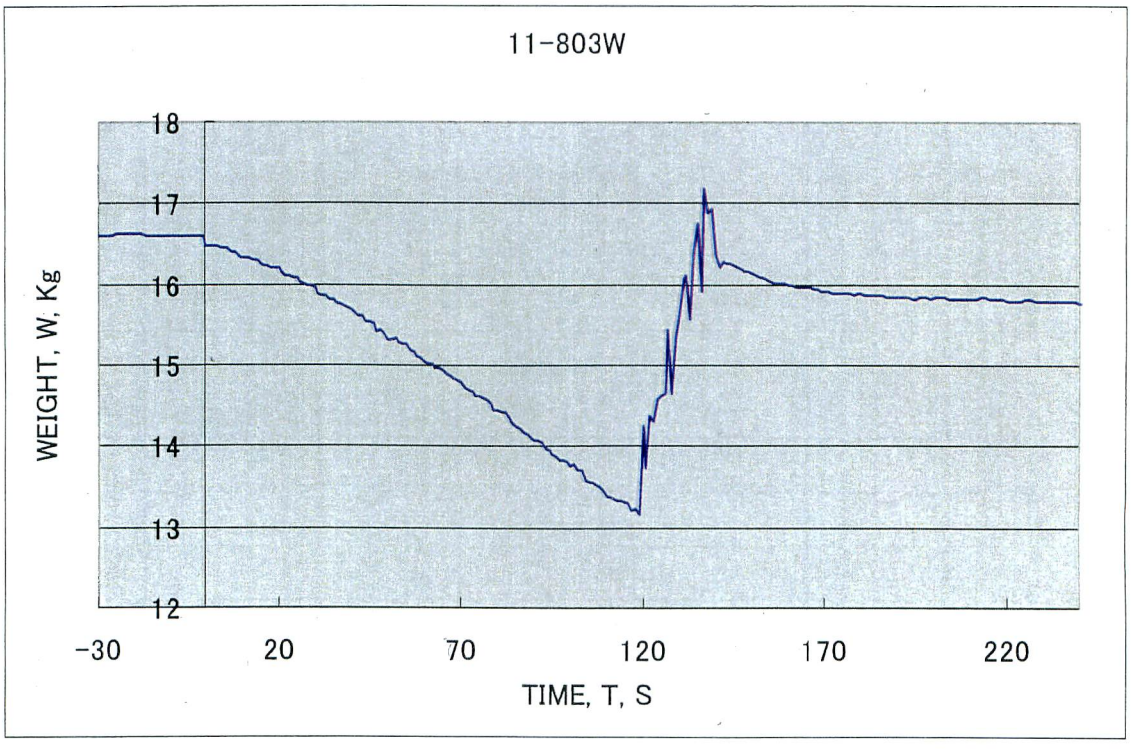
本文中では、参照しきれなかった測定結果を以下に示す。



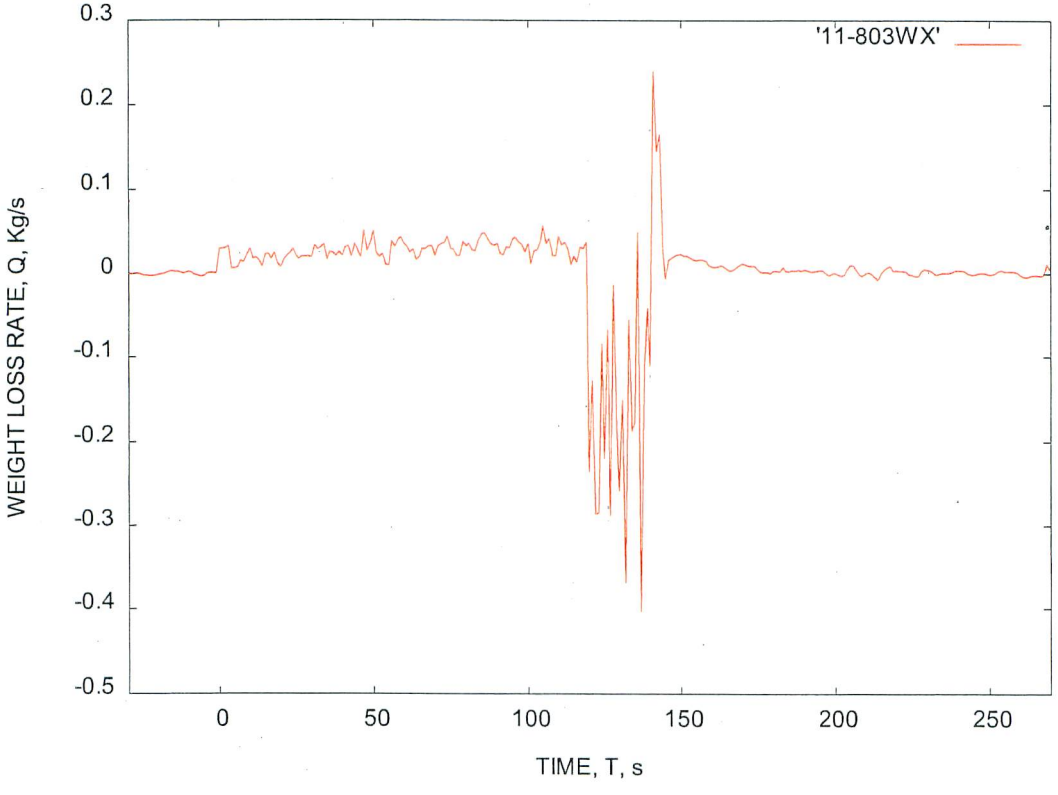
WEIGHT LOSS



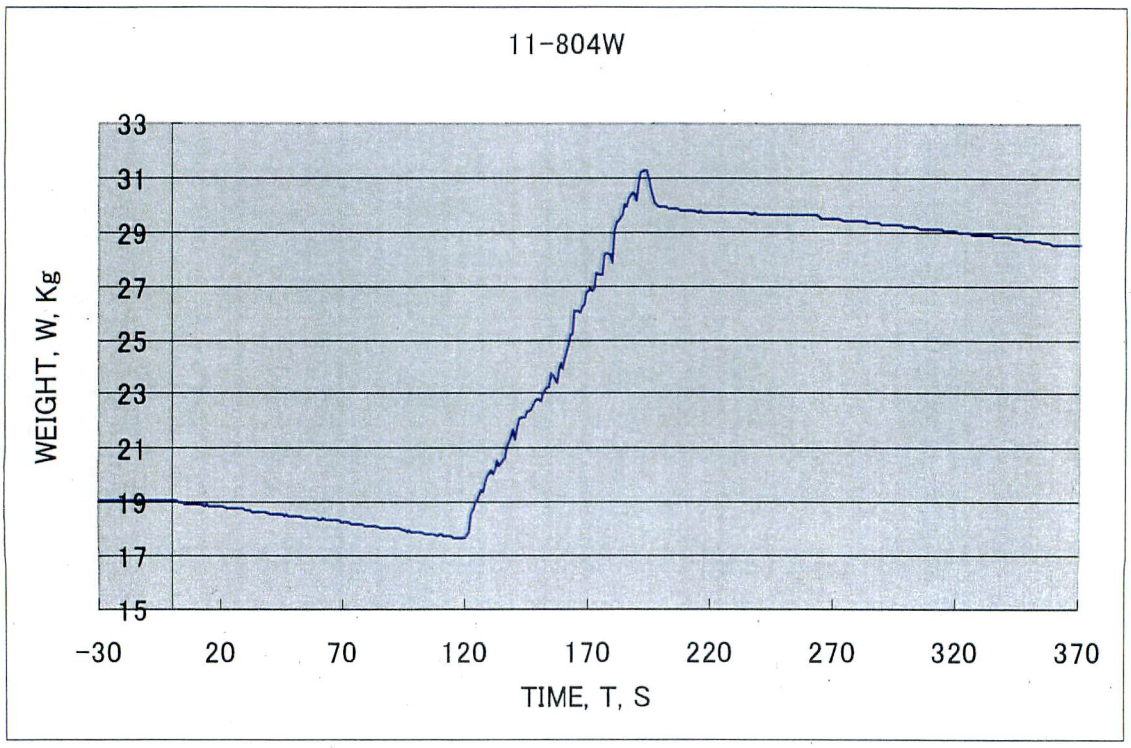
WEIGHT LOSS RATE



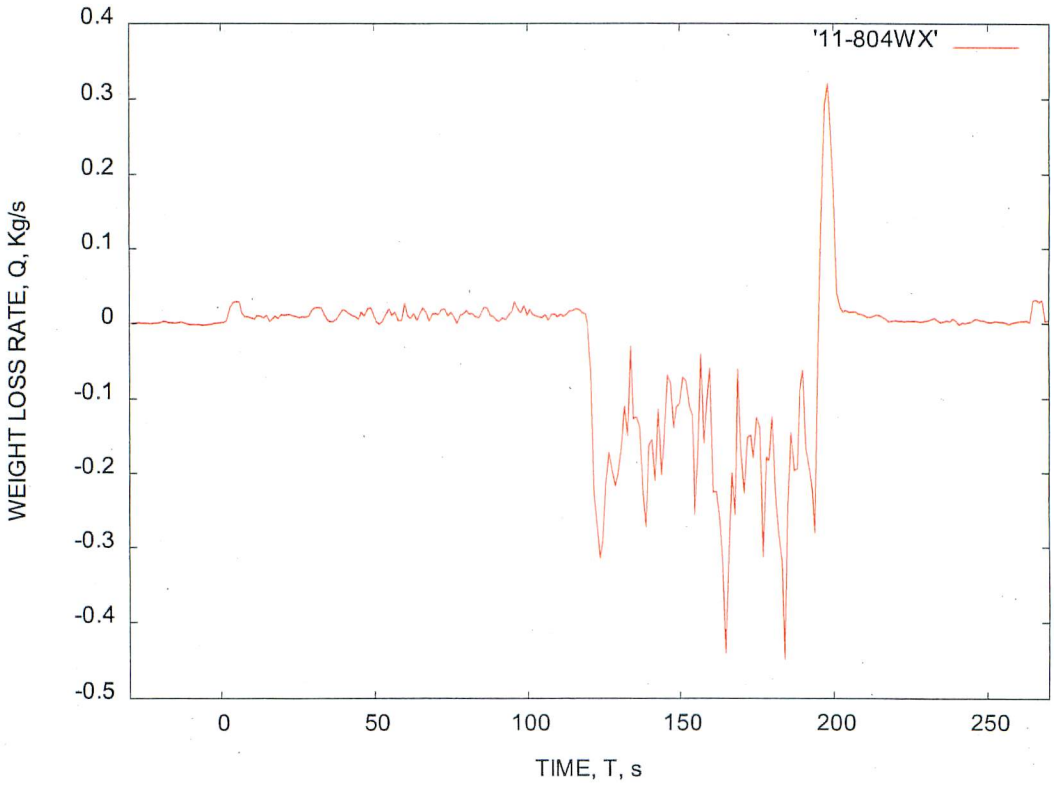
WEIGHT LOSS



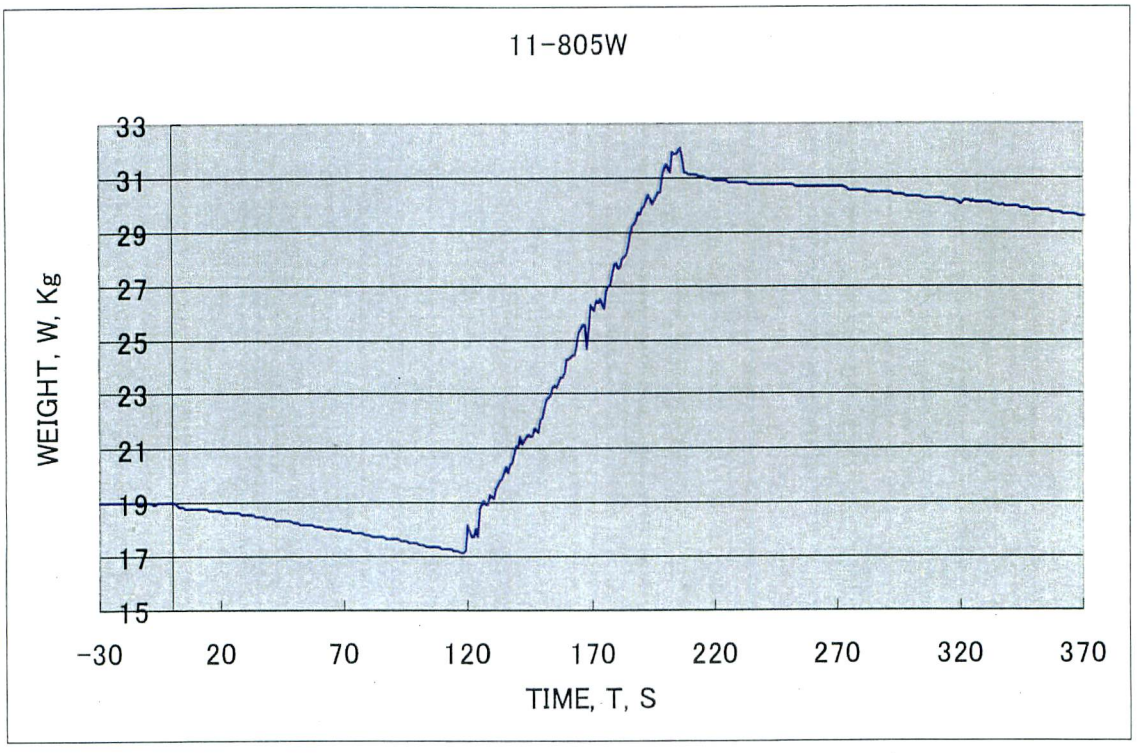
WEIGHT LOSS RATE



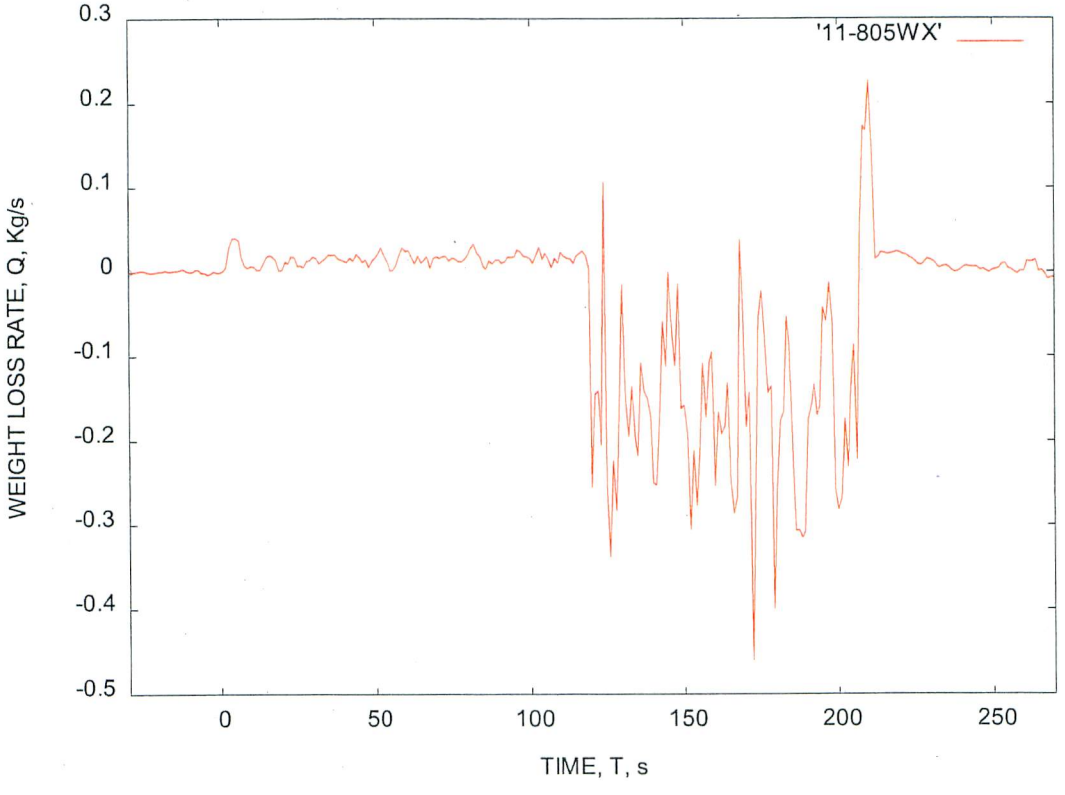
WEIGHT LOSS



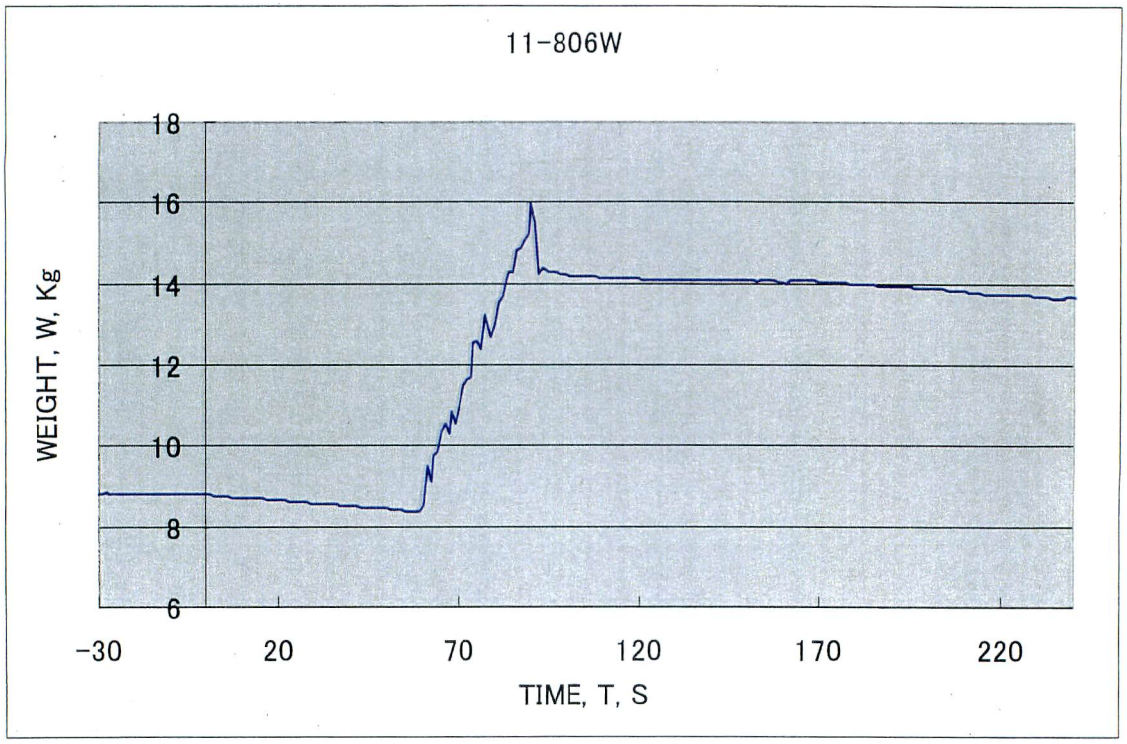
WEIGHT LOSS RATE



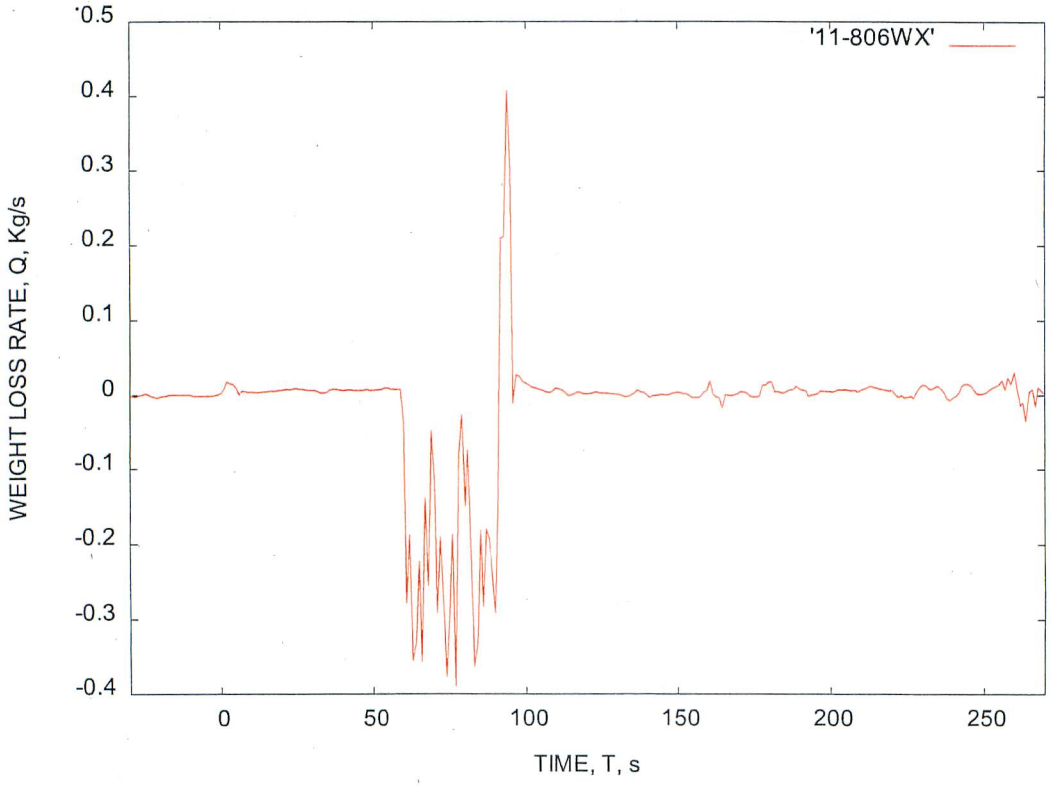
WEIGHT LOSS



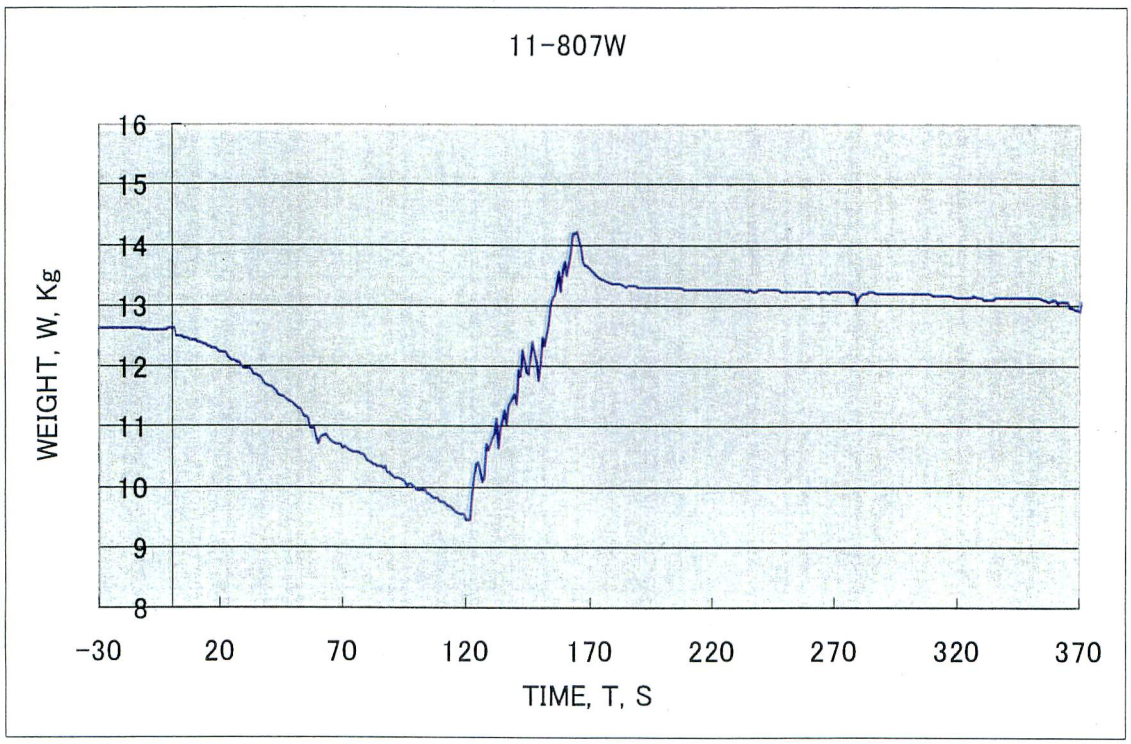
WEIGHT LOSS RATE



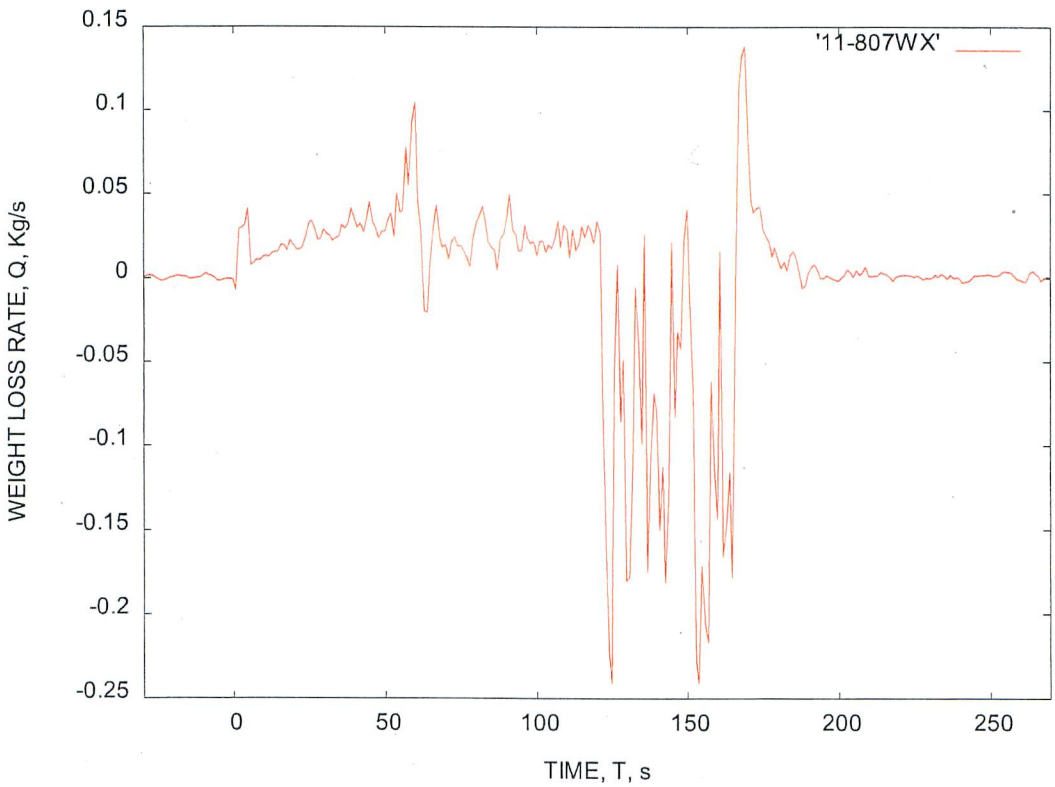
WEIGHT LOSS



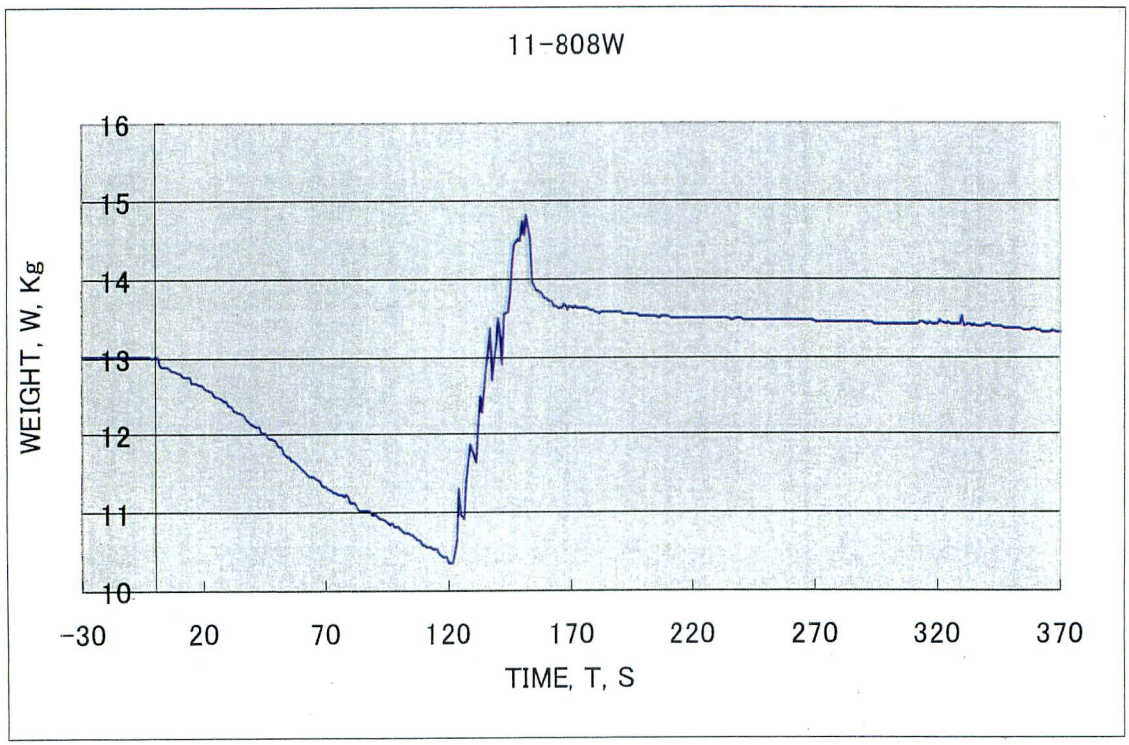
WEIGHT LOSS RATE



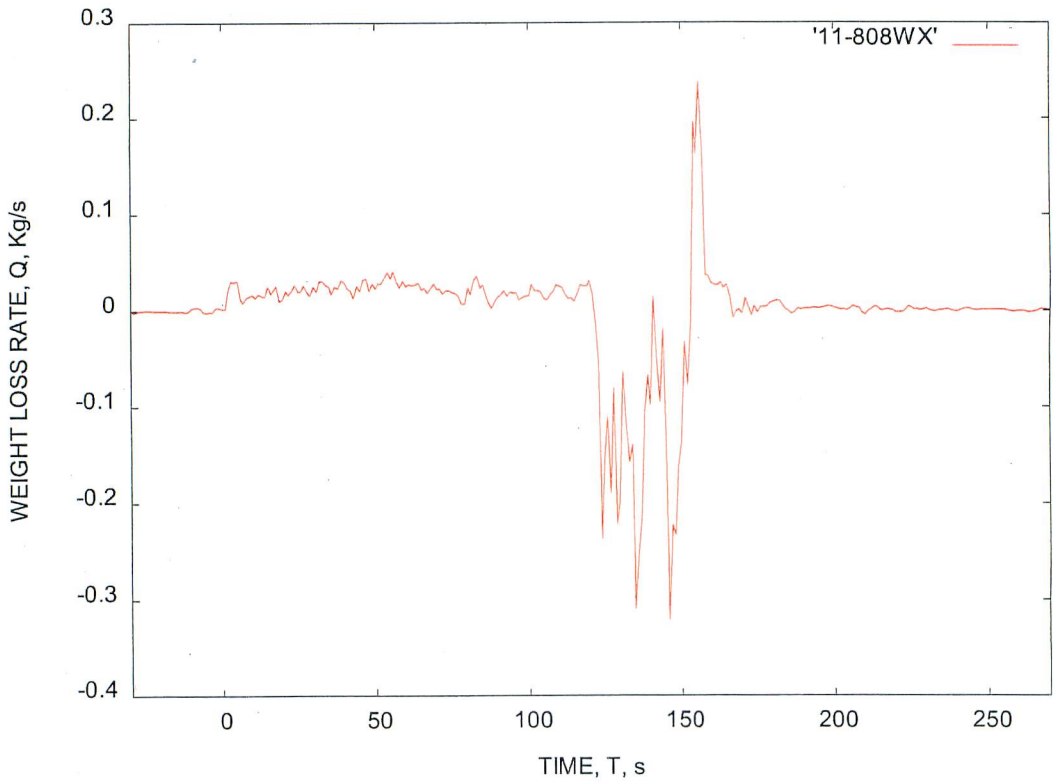
WEIGHT LOSS



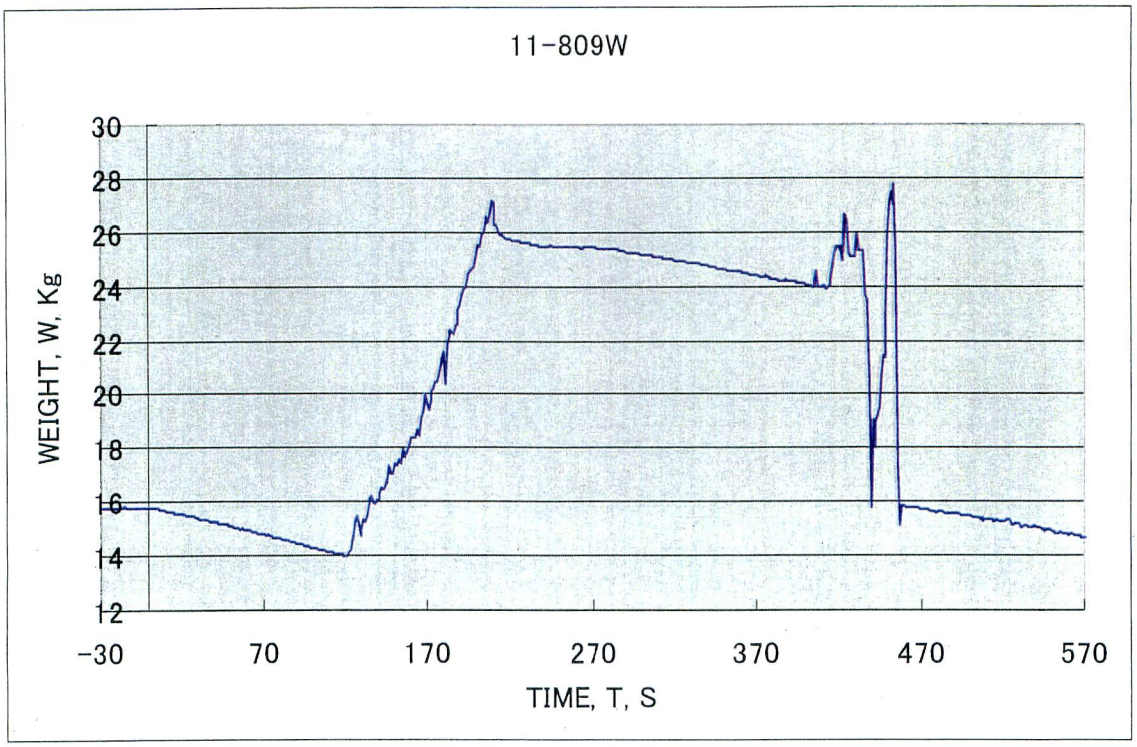
WEIGHT LOSS RATE



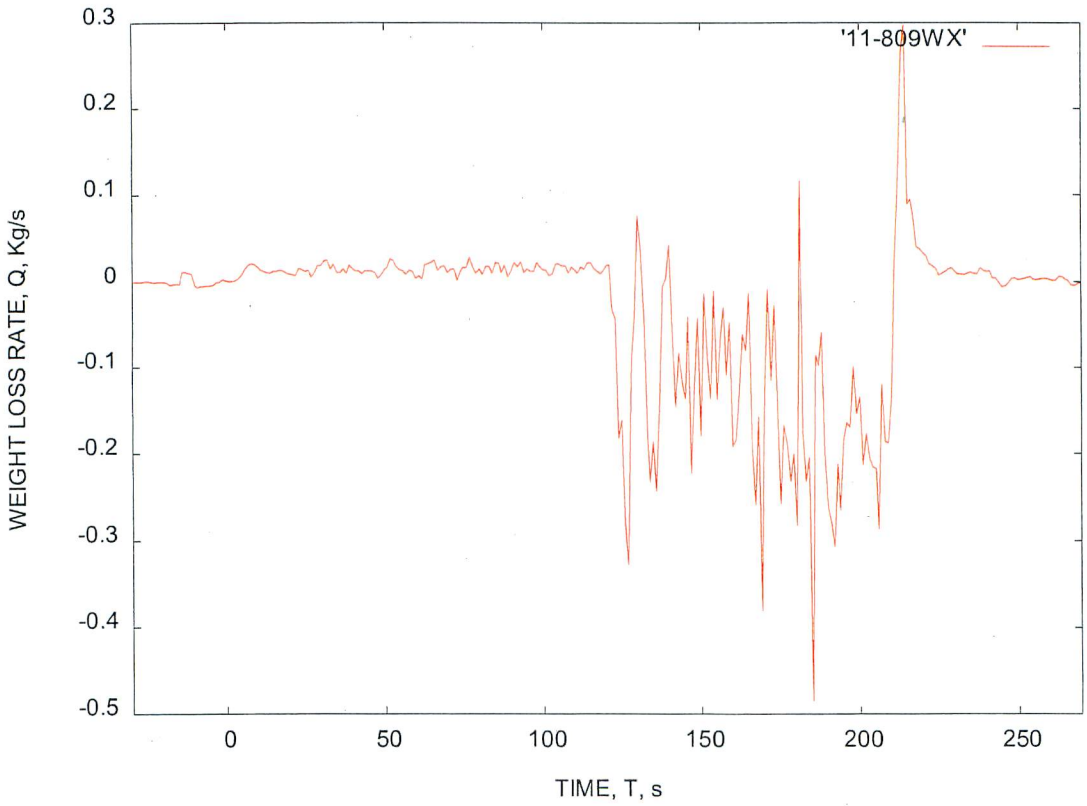
WEIGHT LOSS



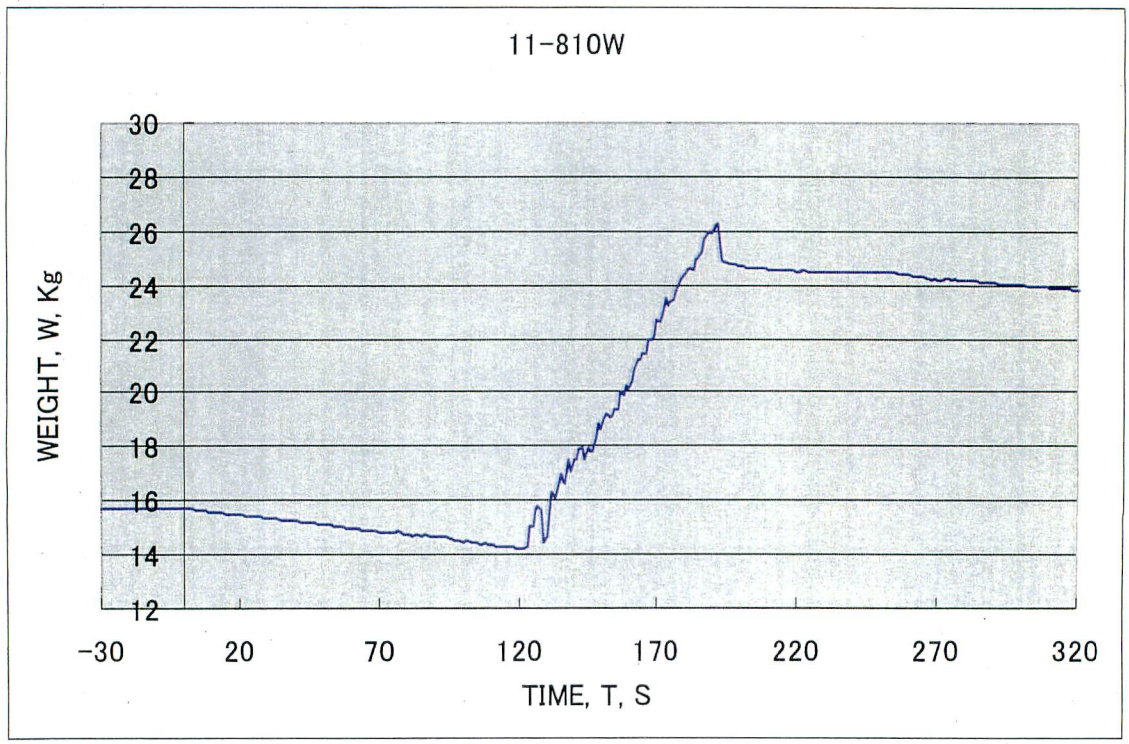
WEIGHT LOSS RATE



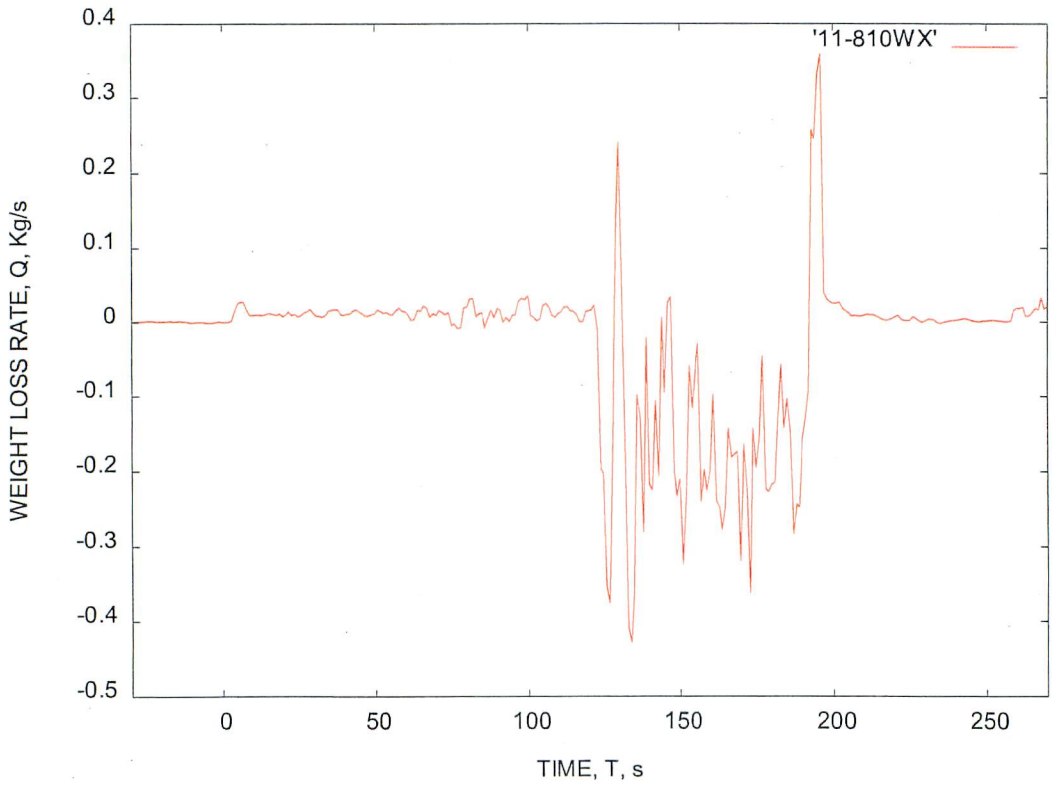
WEIGHT LOSS



WEIGHT LOSS RATE

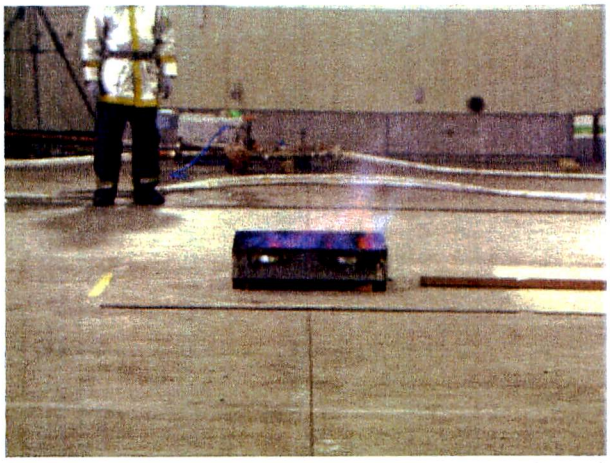


WEIGHT LOSS

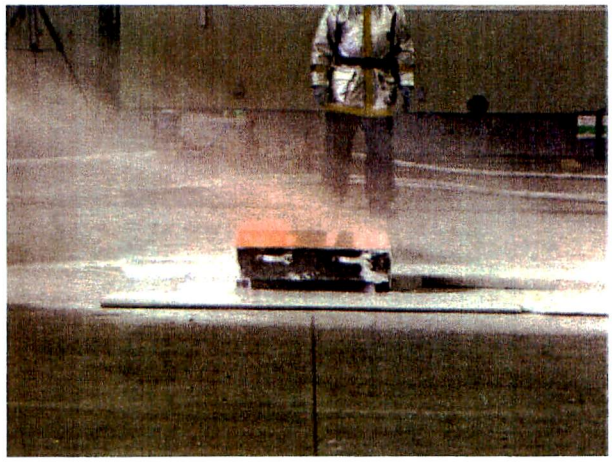


WEIGHT LOSS RATE

Fig. 2 Weight loss and weight loss rate

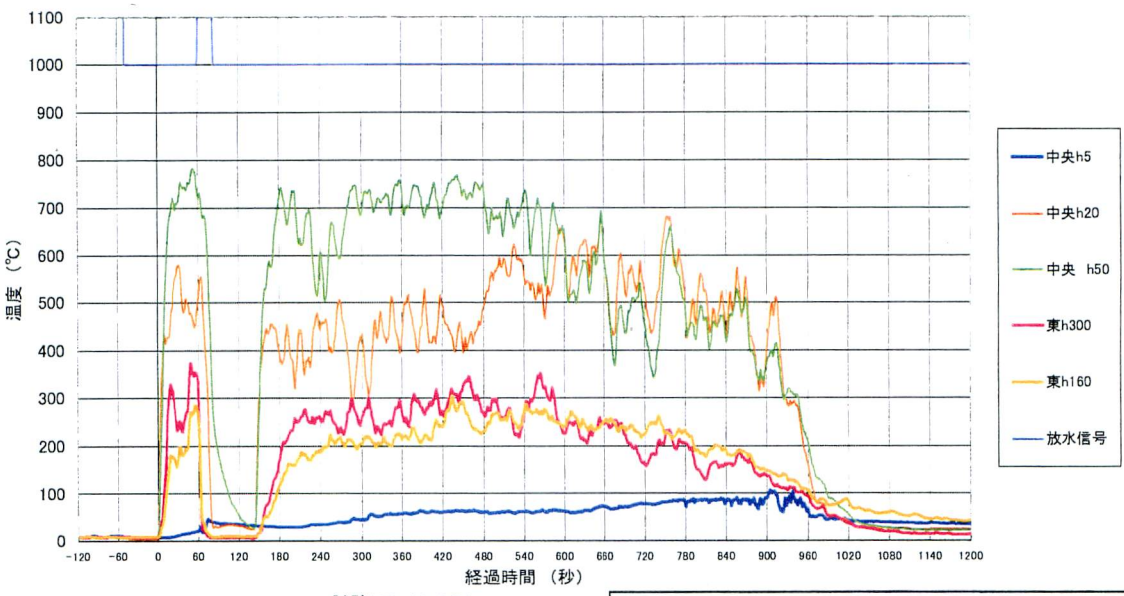


メタノール　5L　火皿　0.5m^2



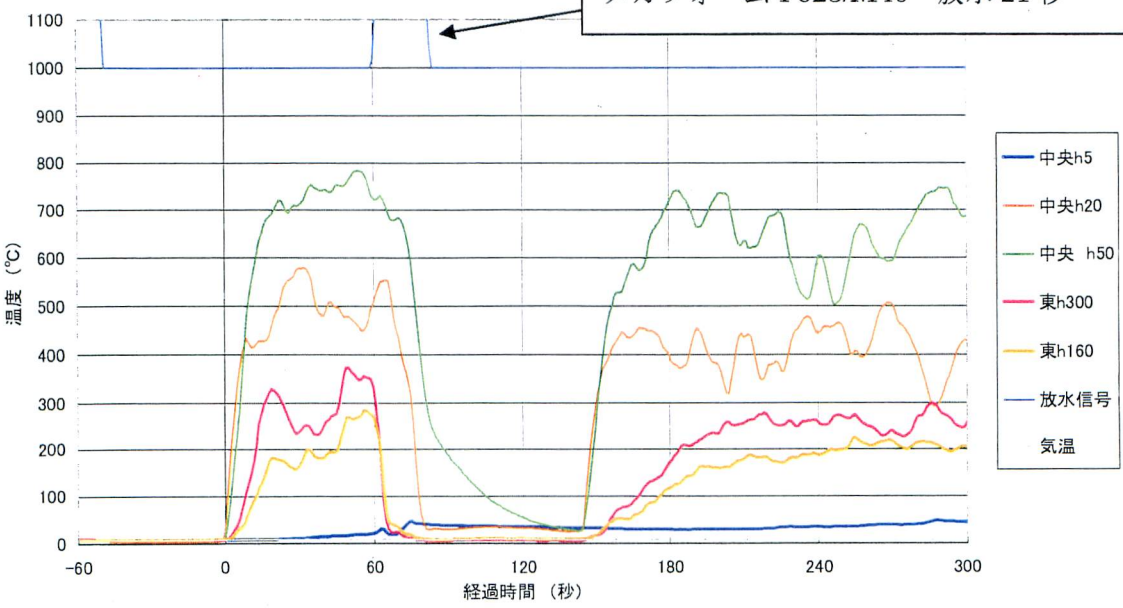
メガフォーム F623/M40　放水中

試験NO. 11-801

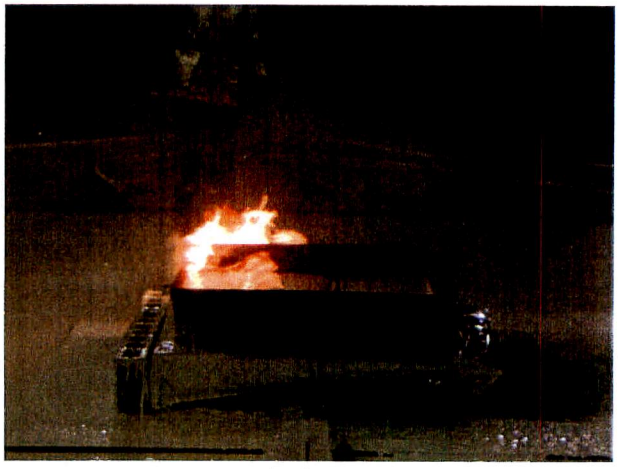


試験NO. 11-801

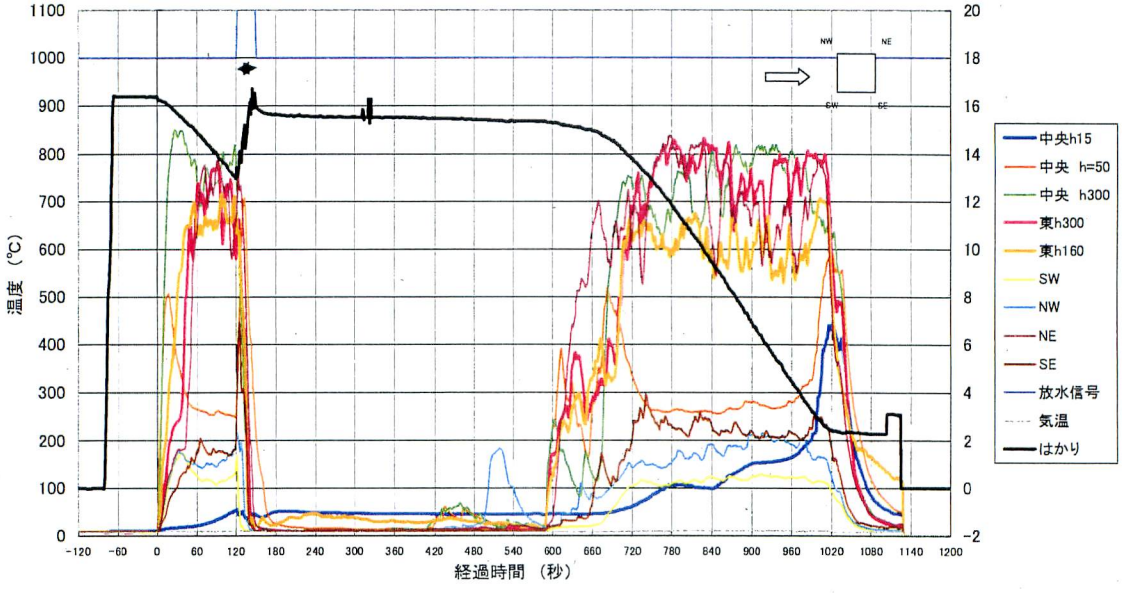
メガフォーム F623/M40　放水 21 秒

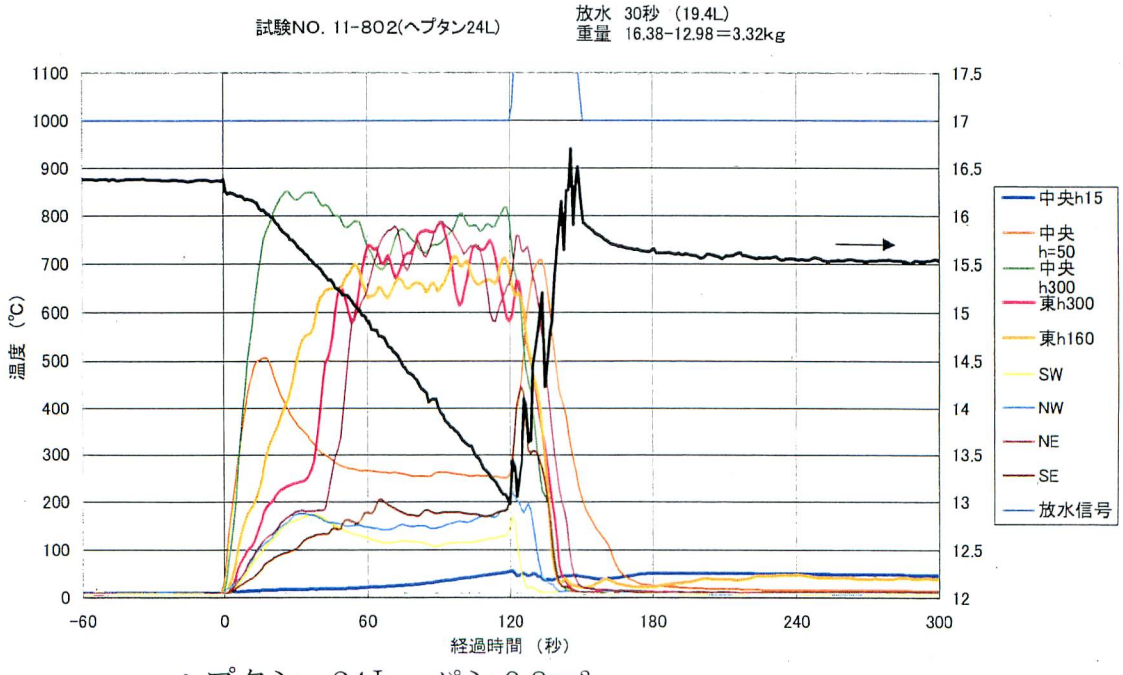


ヘプタン　24L　火皿　0.8m²

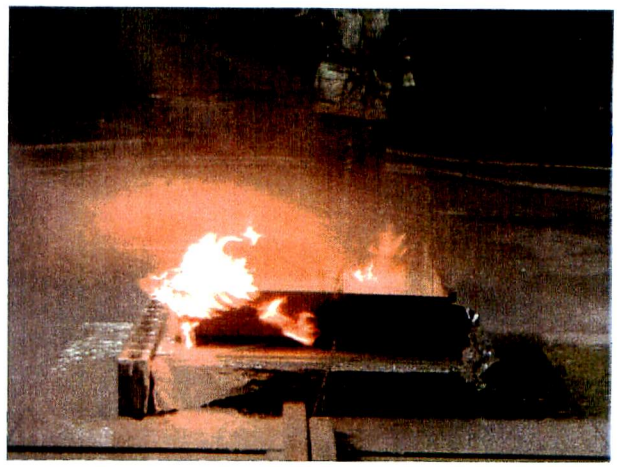


メガフォーム F623/M40　放水中





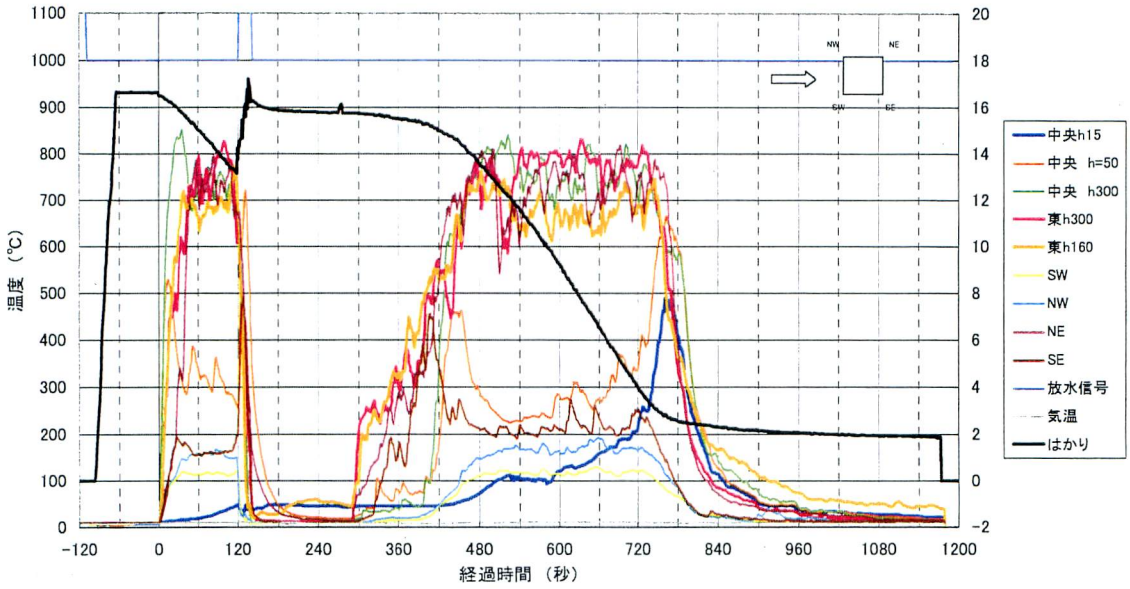
ヘプタン　24L、パン 0.8m²



E10 相当　24L　火皿　0.8 m^2

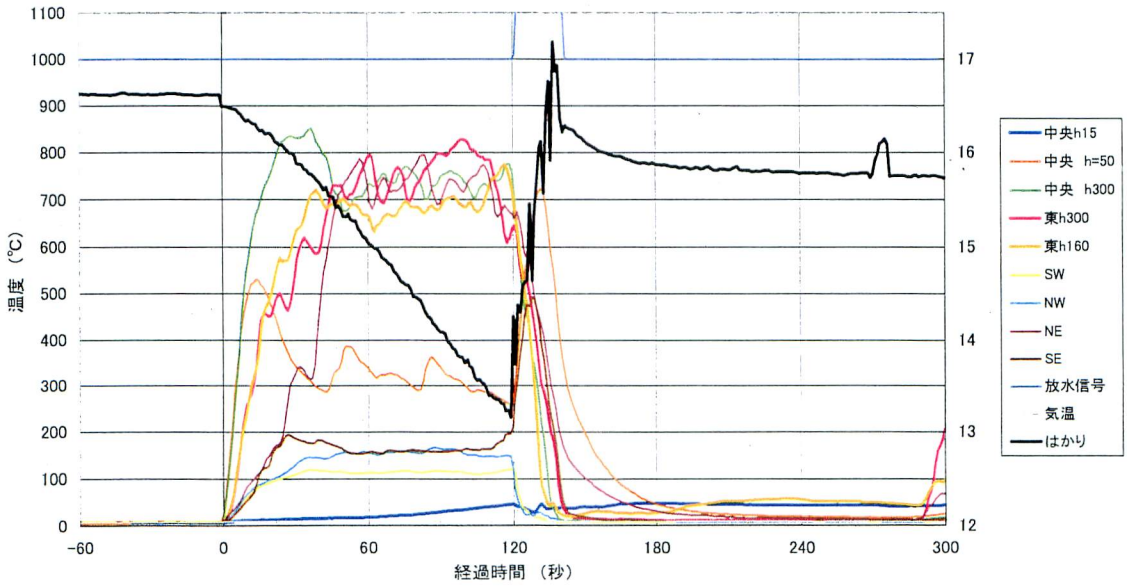
メガフォーム F623/M40　放水中

試験NO. 11-803



放水20秒(13.9L)
重量16.62-13.16＝3.46kg

試験NO. 11-803

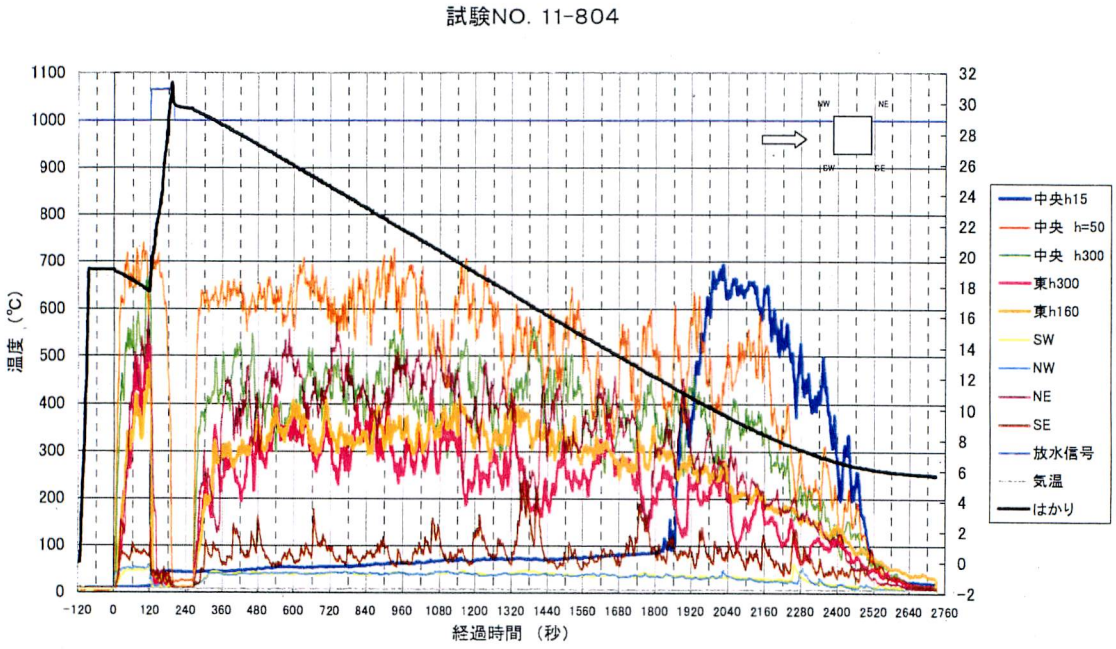


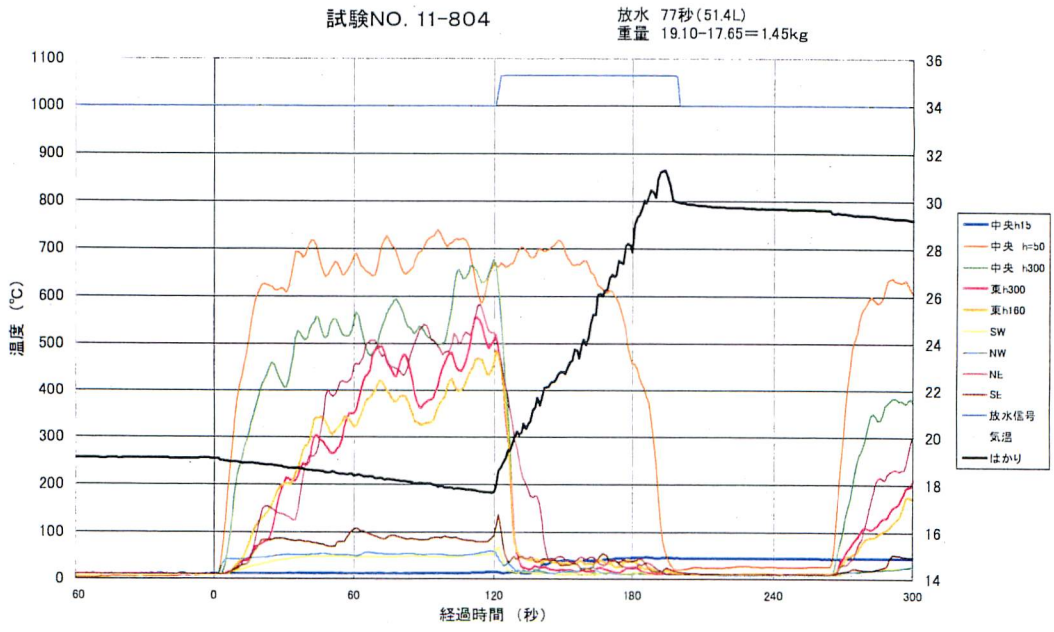
E10（ヘプタン90%、エタノール10%）　24L、パン0.8m^2

メタノール　24L 火皿 0.8 m²

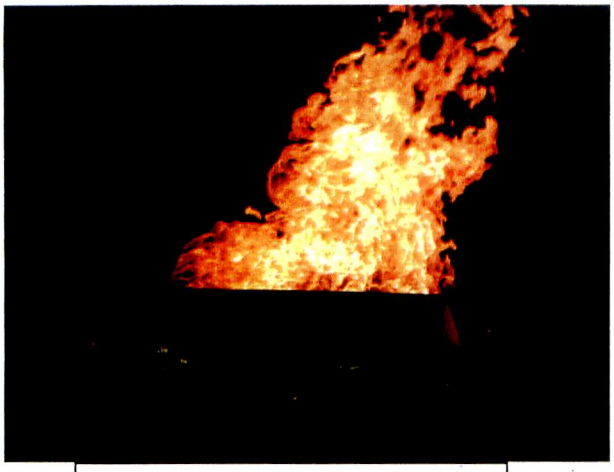
メガフォーム F623/M40　放水中

残燃料処理





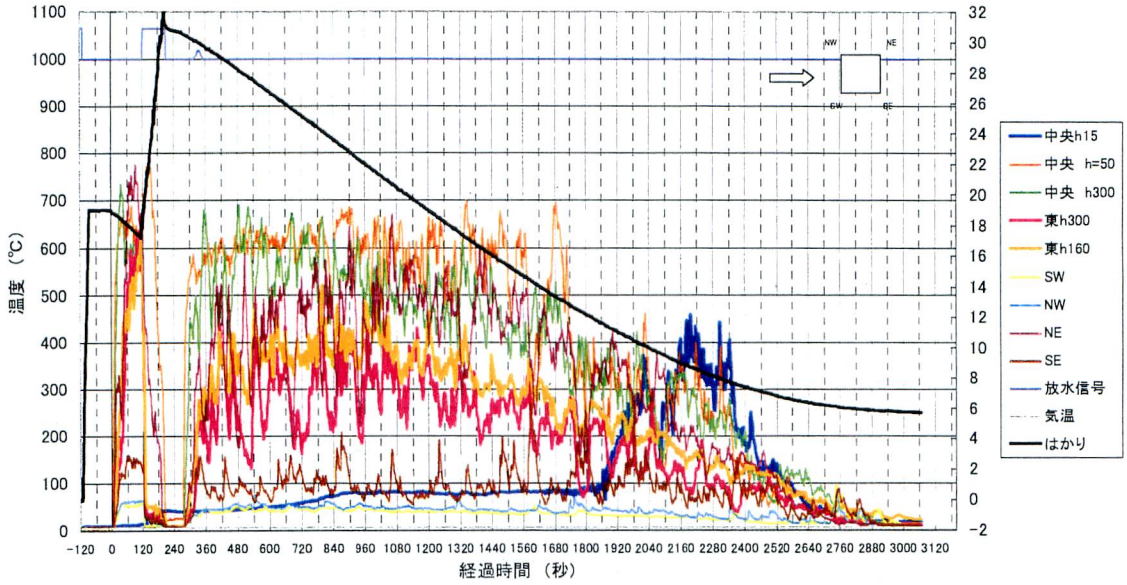
メタノール　24L、パン 0.8m²



エタノール　24L 火皿 0.8 m²

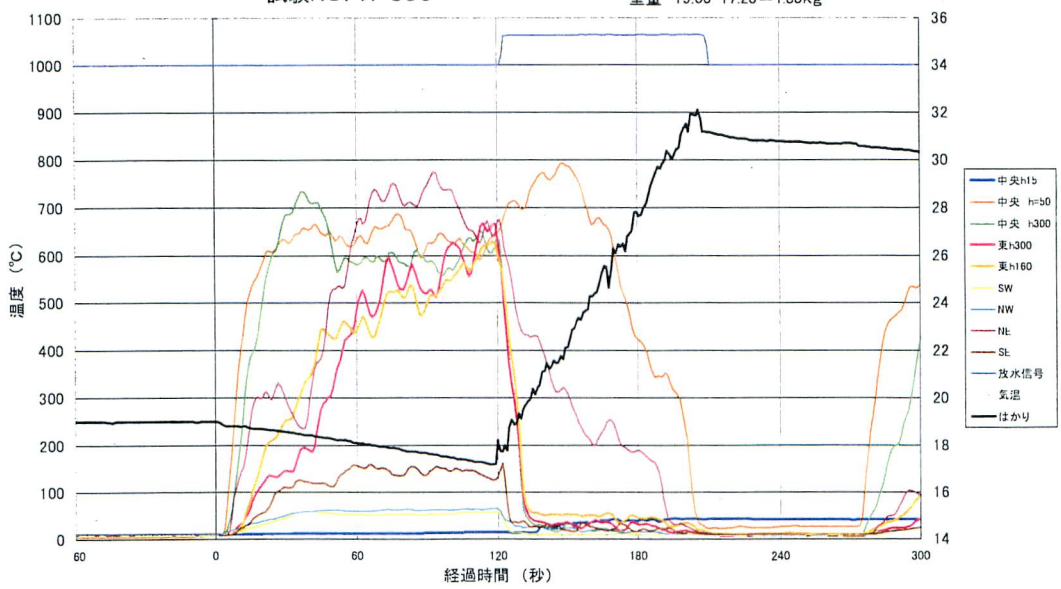
メガフォーム F623/M40　放水中

試験NO. 11-805

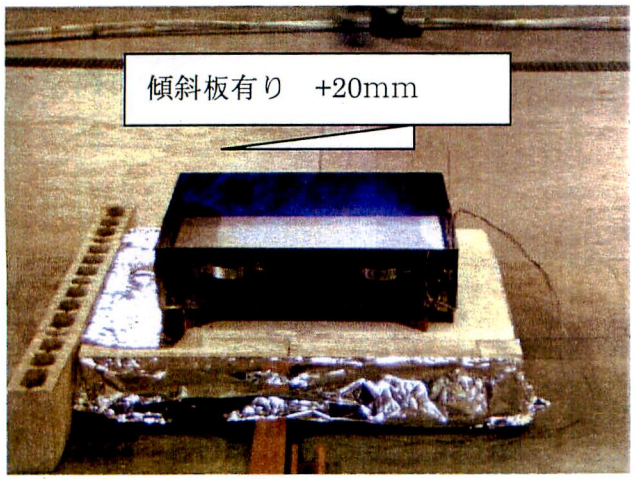


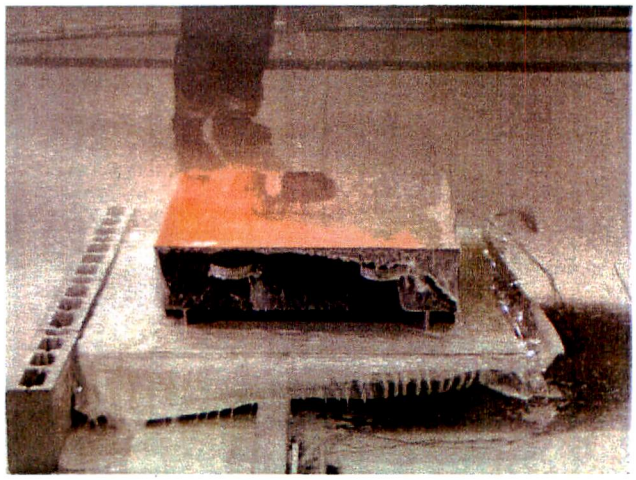
試験NO. 11-805

放水　88秒(58.3L)
重量　19.00−17.20＝1.80kg



エタノール　24L、パン 0.8m²

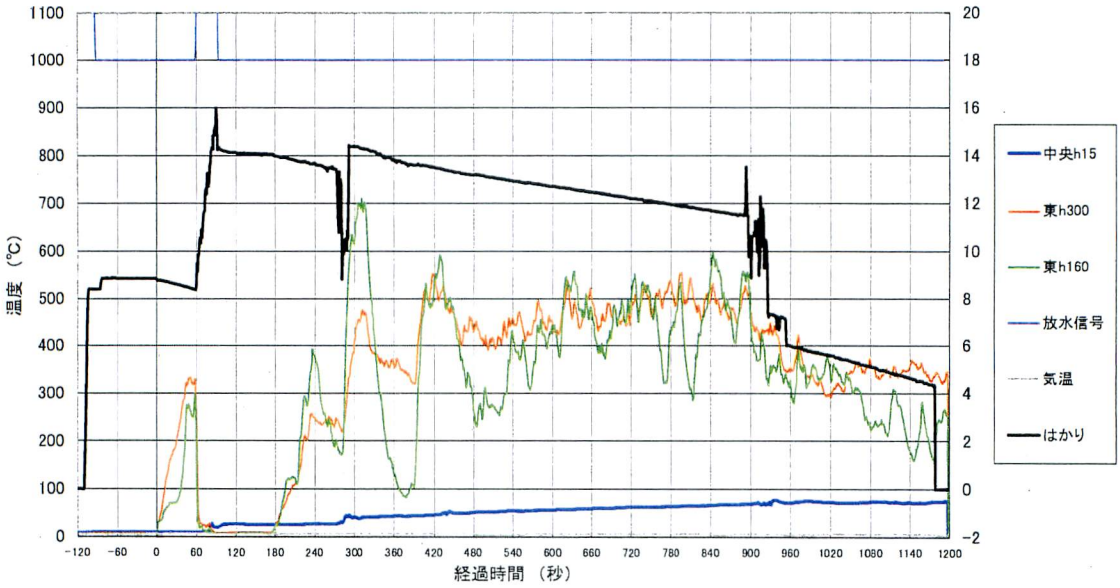




メタノール　11.1L 火皿 0.5m^2

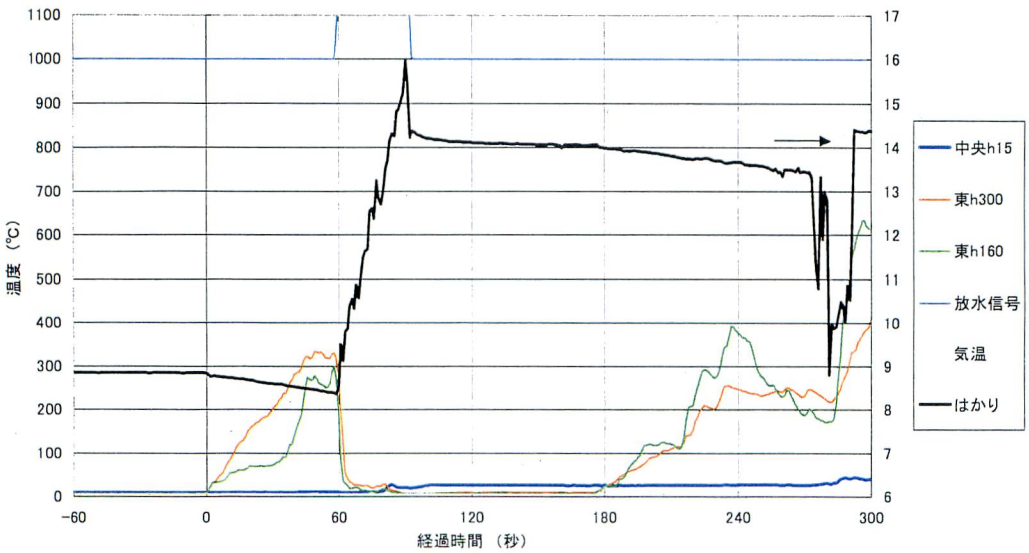
メガフォーム F623/M40　放水中

試験NO. 11-806



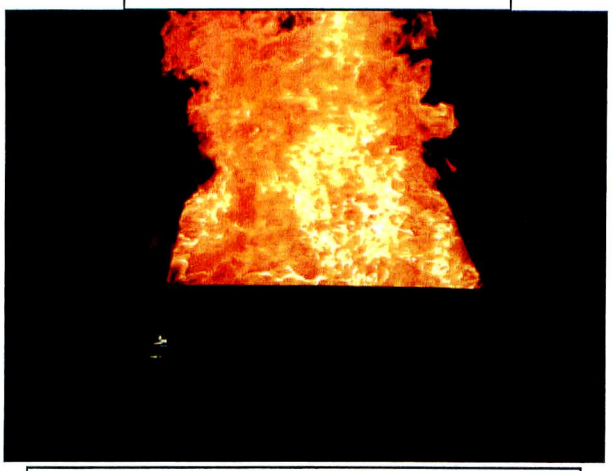
放水 32 秒　重量 8.83-8.37＝0.46ｋｇ

試験NO. 11-806(0.5m^2,メタノール15L)



メタノール 11.1L、　パン 0.5m^2

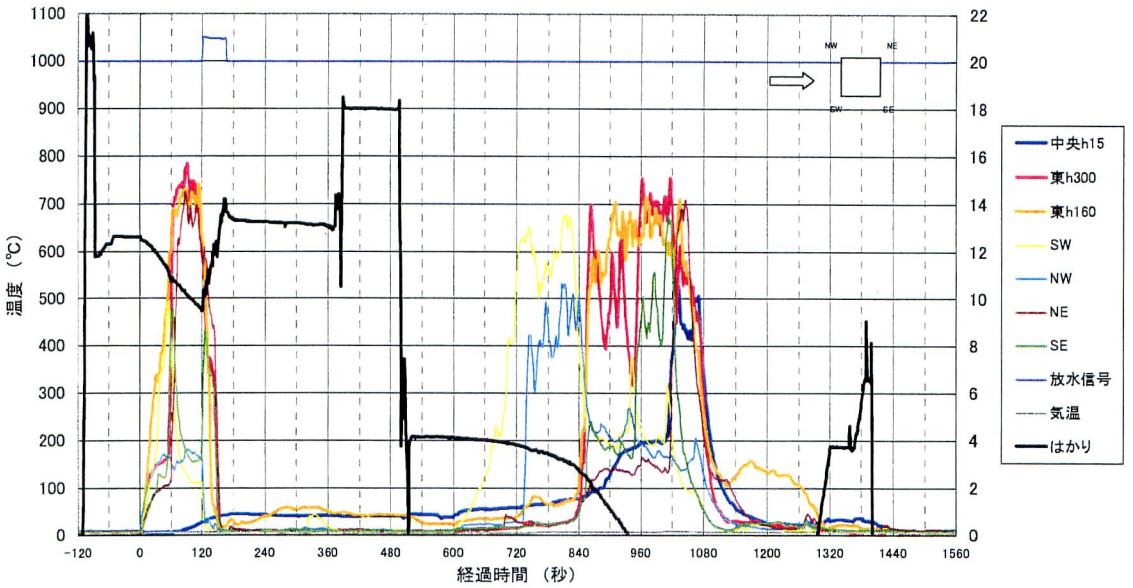
傾斜板有り　+20mm



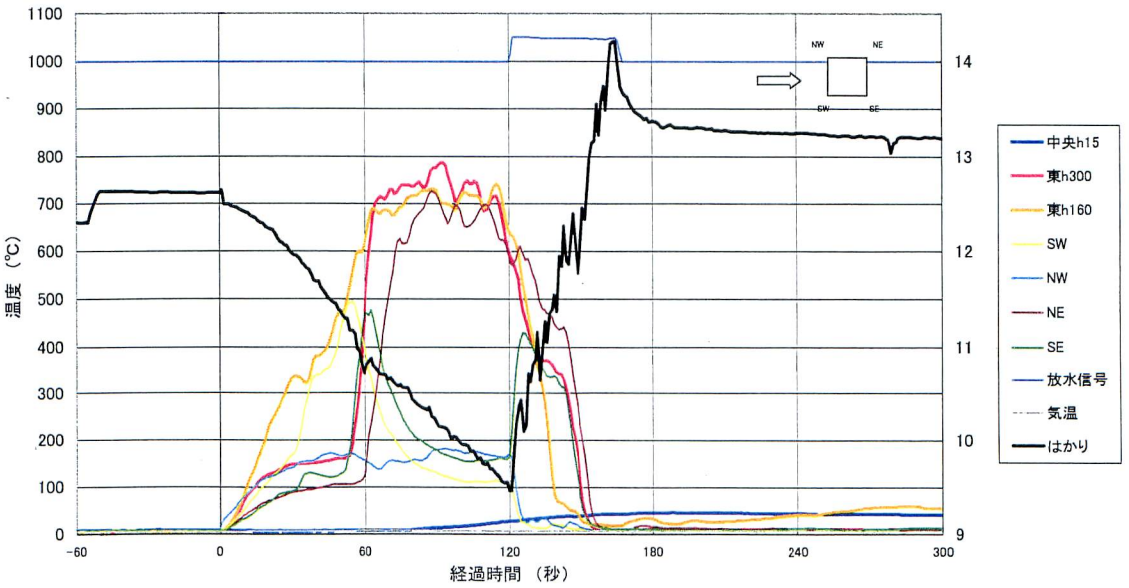
ヘプタン 18.8L 火皿 0.8m^2

メガフォーム F623/M40　放水中

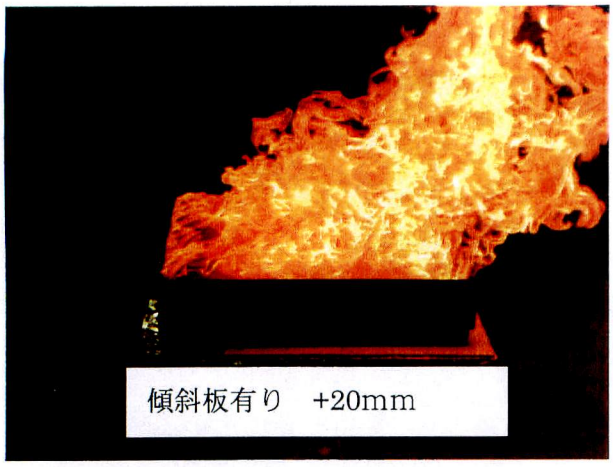
試験NO. 11-807



試験NO. 11-807　放水 45 秒（30L）　重量 12.61-9.47=3.14kg



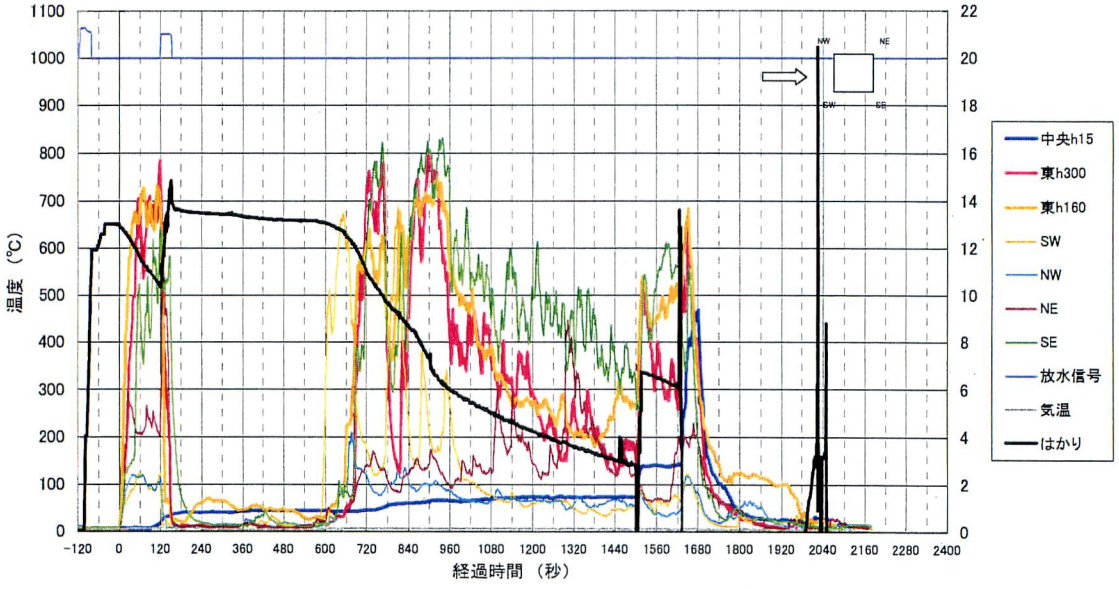
ヘプタン 18.8L、パン 0.8m^2



E10 相当　19L　火皿 0.8m^2

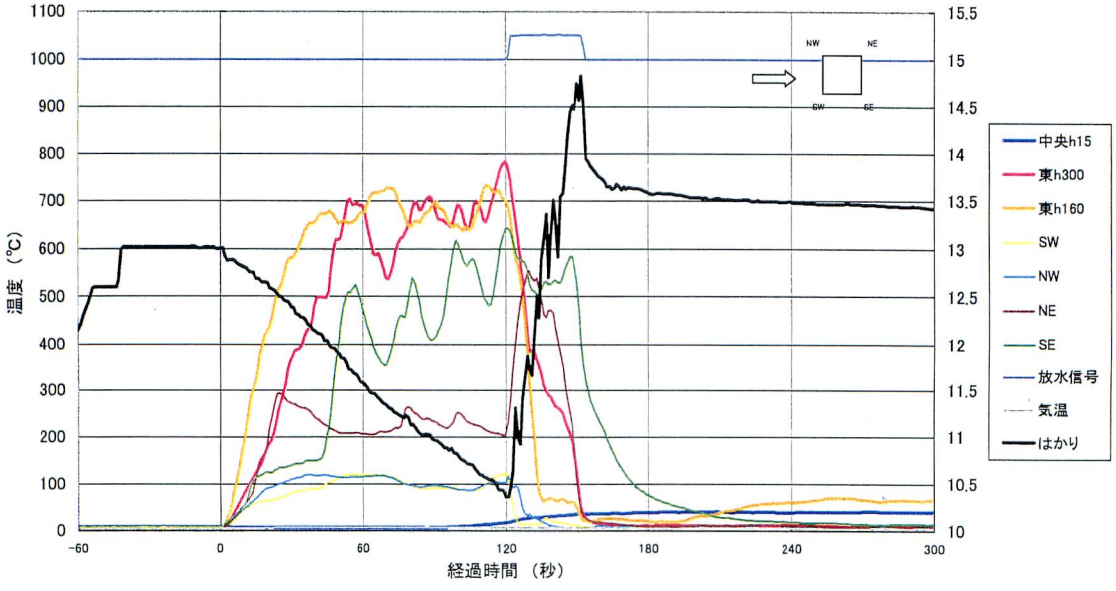
メガフォーム F623/M40　放水中

試験NO. 11-808

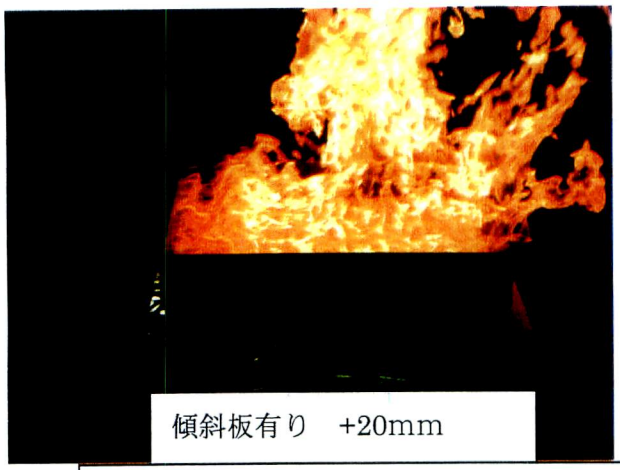


放水 31 秒（20L）　重量 13.0-10.37＝2.63kg

試験NO. 11-808

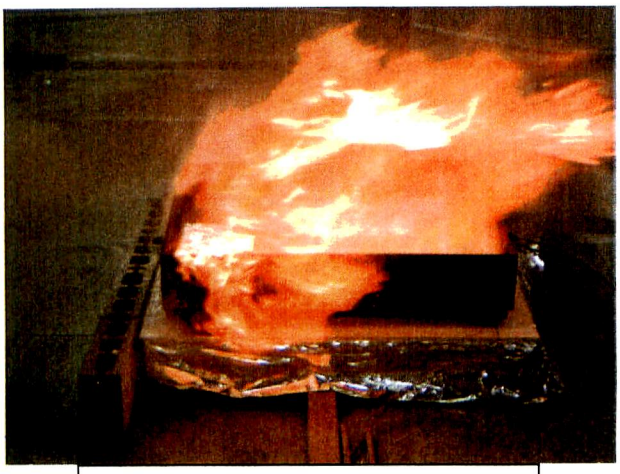


E10（ヘプタン 90%、エタノール 10%）　19L、パン 0.8m^2

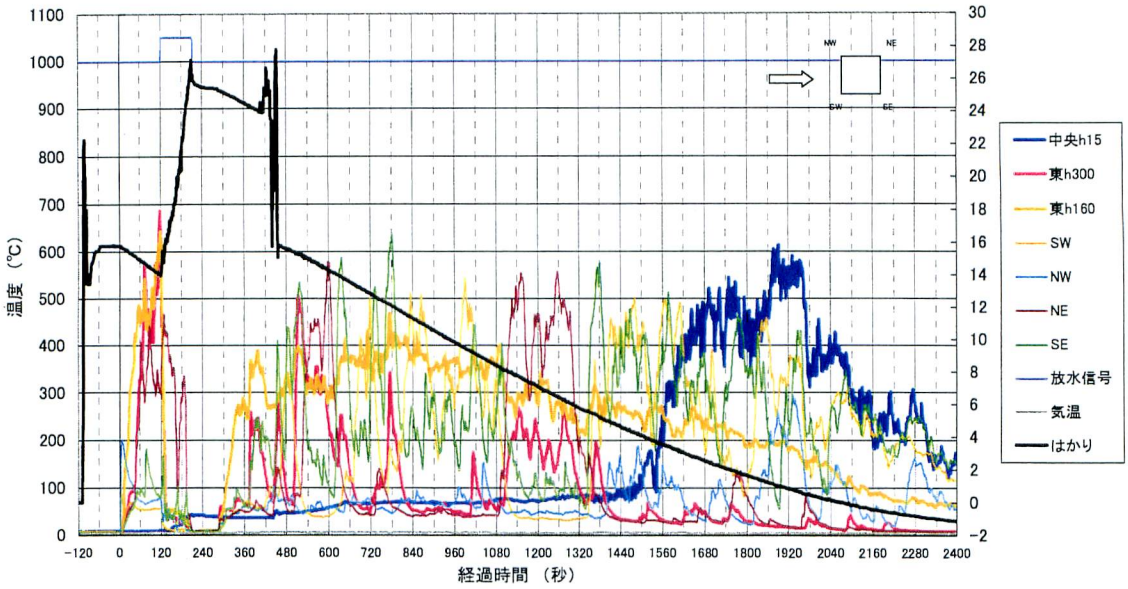


エタノール　20.5L　火皿 0.8m²

11-809

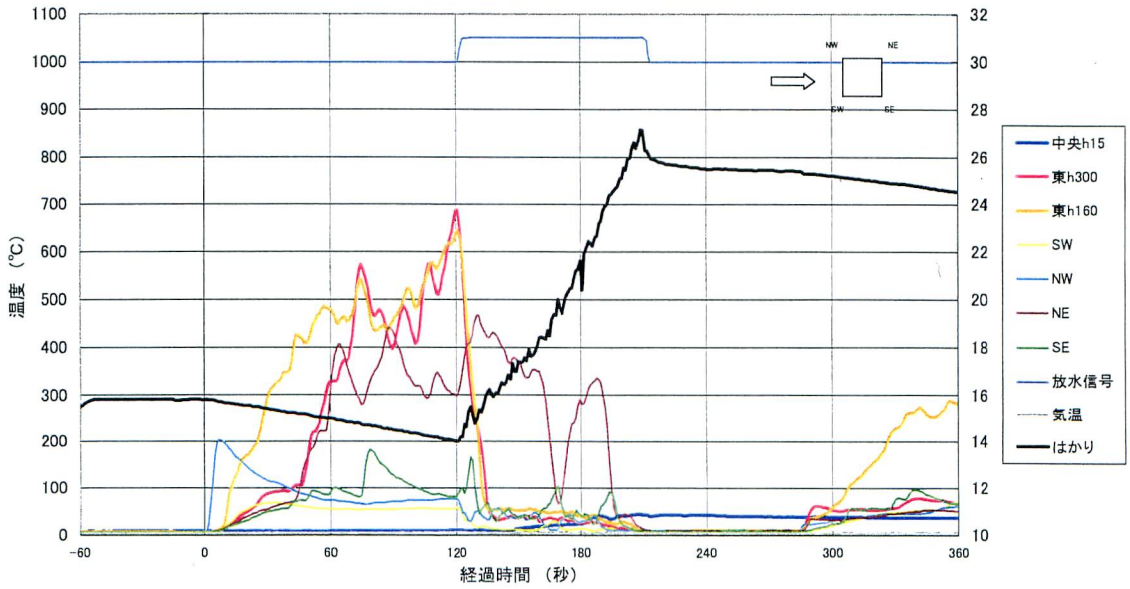


メガフォーム F623/M40　放水中

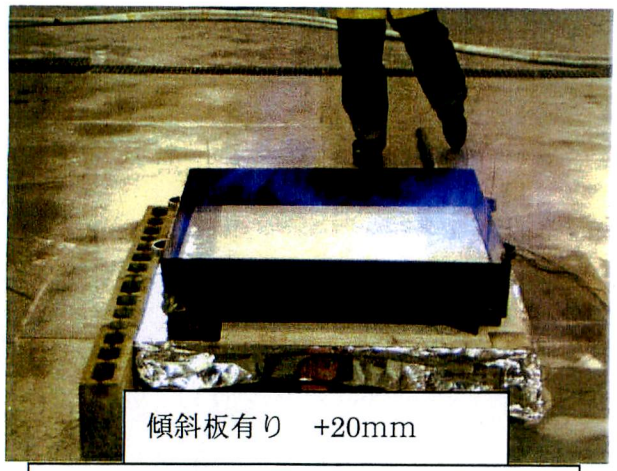


放水 90 秒（60L）　重量 15.81-14.00＝1.81kg

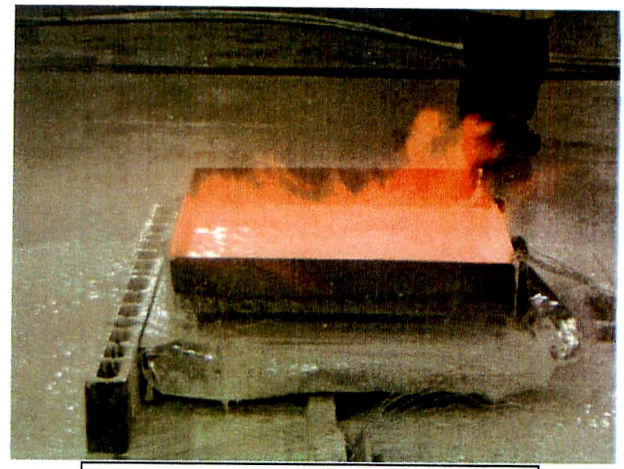
試験NO. 11-809



エタノール　20.5L、パン 0.8m²

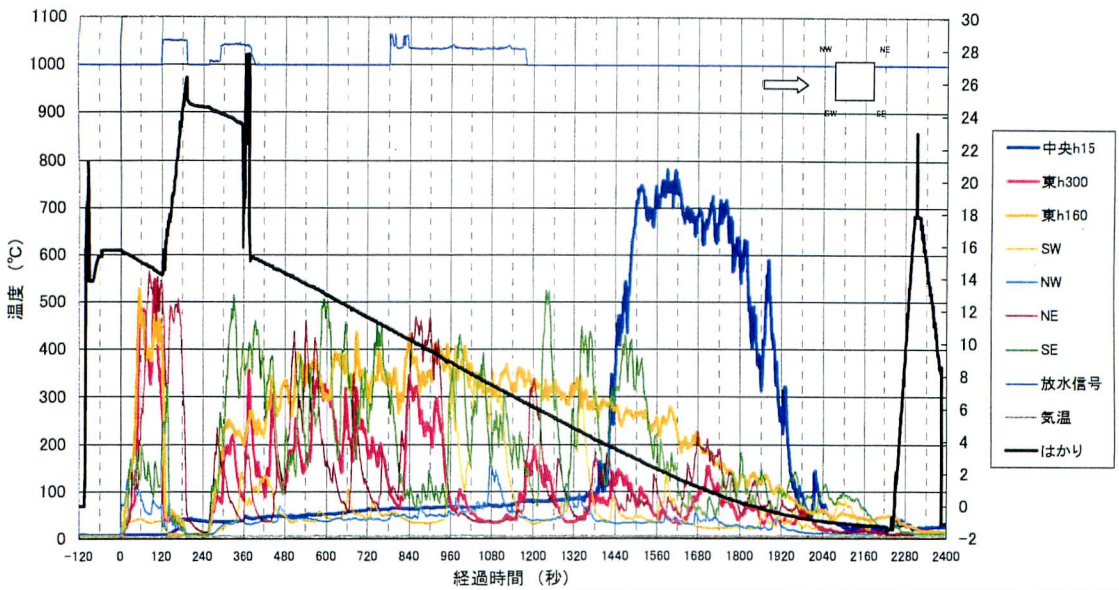


メタノール　20.3L　火皿 0.8m²

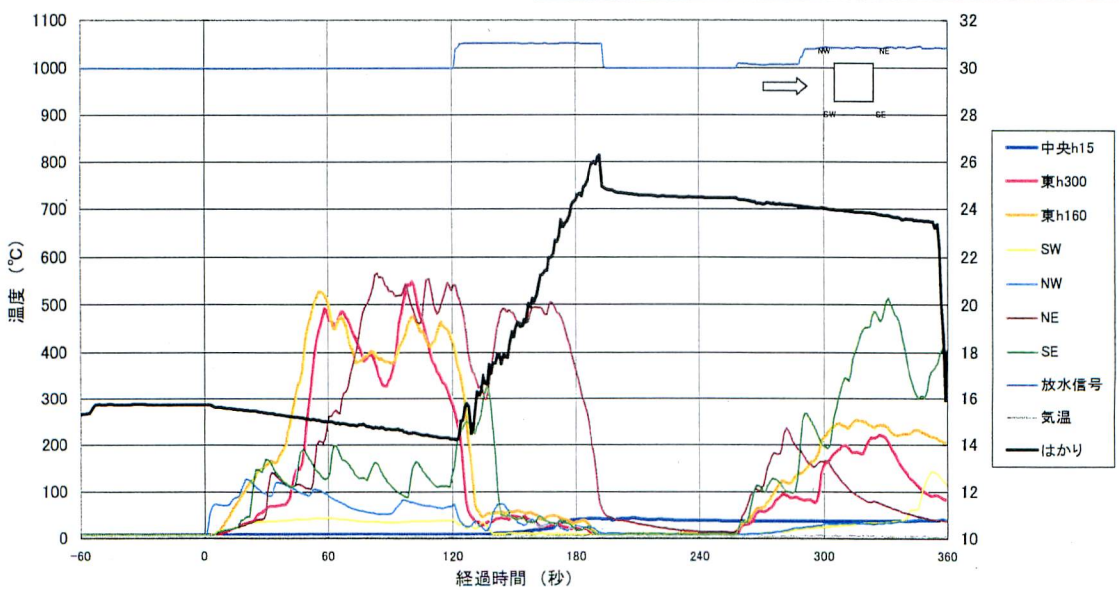


メガフォーム F623/M40　放水中

試験NO. 11-810



試験NO. 11-810　　放水 70 秒（46.7L）　重量 15.74-14.24＝1.50kg



メタノール　20.3L、パン 0.8m²

Fig. 3　Temperature change

本報告書の本文用紙は古紙100%（白色度70.0%）を使用しています。

消防研究技術資料第76号

新燃料自動車に求められる消火設備の能力に
関する研究報告書

平成19年３月

消防庁 消防大学校 消防研究センター
東京都調布市深大寺東町４－35－３（〒182-8508）
電　話　（0422）44－8331(代)
ＦＡＸ　（0422）42－7719

印刷所　株式会社　三 州 社
ISBN4-88391-084-9

消防研究所研究資料一覧

号数	題　　名	年月日
1	武蔵野台地における地表水および地下水の測水資料	S43. 12
2	武蔵野吉祥寺における揚水実験資料	S44. 12
3	武蔵野台地における帯水層の性状に関する調査資料	S45. 12
4	地震時における少量危険薬品の出火危険とその対策	S48. 3
5	大震火災の延焼性状に関する研究野外火災実験　概要報告	S48. 10
6	市街地火災の延焼性状等に関する研究　旧松尾鉱山廃屋火災実験報告書	S50. 7
7	四日市市大協石油タンク火災原因調査報告書	S50. 10
8	石油タンク消火実験結果報告書	S51. 3
9	呉市山林火災現場付近の小気候	S52. 3
10	主要繊維・プラスチックの延焼・熱分解時の重量減少と発生ガス	S52. 3
11	酒田市大火の延焼状況等に関する調査報告書	S52. 10
12	炭化水素系燃料による可燃性蒸気雲の爆発特性に関する研究　－ファイヤーボールに関する実験－	S53. 10
13	震害分布と表層地盤の関係に関する調査資料　－関東資料－	S55. 1
14	日本海中部地震による危険物施設の挙動に関する調査報告書	S59. 1
15	水幕と樹木の併用による延焼防止向上効果に関する研究報告書	S60. 3
16	石油タンクの底板・アニュラー板の裏面腐食に関する研究　－厚さ分布と腐食量について－	S61. 2
17	円筒貯槽のスロッシングに関する研究報告書	S61. 3
18	修復石油タンクの水張り試験時ＡＥ特性	S61. 3
19	簡易型火災警報器の非火災報に関する調査・研究	S61. 3
20	火源の輪郭抽出	S63. 3
21	林野火災の飛火延焼に関する研究	S63. 3
22	パソコンを用いた林野火災の拡大予測に関する研究	H2. 3
23	早期津波予測システムに関する資料	H3. 3
24	火災規模の防炎効果に及ぼす影響に関する研究	H3. 3
25	火災性状把握システムに関する研究　その１－非火災報データベースに関する共同研究報告書	H3. 3
26	火災性状把握システムに関する研究　その２－火災性状把握システムの試作に関する共同研究報告書	H3. 3
27	防炎物品等を含む火災における発生ガスの毒性に関する研究	H5. 3
28	火災性状把握システムに関する研究（２次）　実用化をめざしたシステムの改良に関する共同研究報告書	H5. 3
29	地下利用の特殊空間内における火災性状に関する研究報告書	H6. 3
30	大火源燃焼試験方法によるカーテンの燃焼性評価に関する研究報告書	H7. 3
31	阪神・淡路大震災における石油タンクの座屈強度に関する調査研究報告書	H8. 3
32	ISO 6941による収縮性、溶融性繊維の燃焼性評価に関する研究報告書	H8. 3
33	平成５年８月６日鹿児島豪雨災害時における鹿児島市民の災害時の行動に関する調査報告書	H8. 3
34	火災性状把握避難誘導システムに関する研究（その１　試作システムの概要）	H8. 3
35	火災性状把握避難誘導システムに関する研究（その２　試作システムのソフトリスト）	H8. 3
36	地下施設における火災の特性に関する研究報告書	H9. 3
37	コーンカロリメーターによる防炎材料の燃焼性状に関する研究報告書	H9. 3
38	地下施設における火災の特性に関する研究報告書	H9. 3
39	少量水による大火災の延焼阻止技術の開発に関する研究報告書	H9. 12
40	被害情報の早期収集システムに関する研究	H10. 3

消防研究所研究資料一覧（つづき）

号数	題　　名	年月日
41	照明灯による舞台幕の着火・燃焼性状に関する実験的研究報告書	H10.　3
42	市街地火災時の空中消火による延焼阻止効果に関する研究報告書	H10.　3
43	実大規模でのカーテン類の燃焼性状に関する実験的研究報告書	H11.　3
44	大震火災時における地域防災活動拠点の安全性確保に関する研究報告書	H11.　3
45	市街地火災時における空中消火の延焼阻止効果に関する研究報告書	H11.　3
46	大規模石油タンクの延焼に関する研究報告書	H11.　9
47	プラスチックパレットの難燃化とその燃焼性に関する研究報告書	H12.　3
48	市街地火災時の空中消火による火災抑止効果に関する研究報告書	H12.　3
49	文化財建造物等の防炎対策に関する研究報告書（その１）	H12.　3
50	地下施設における消防活動のための加圧防排煙技術に関する研究報告書 その１　中型基本地下模型を用いた加圧防排煙実験	H13.　3
51	地下施設における消防活動のための加圧防排煙技術に関する研究報告書 その２　小型基本地下模型を用いた加圧防排煙実験	H13.　3
52	ＡＥ法による石油タンク底部の腐食モニタリング技術に関する共同研究報告書	H13.　8
53	文化財建造物等の防炎対策に関する研究報告書（その２）	H13.　9
54	煙量を減少させる添加剤を含む可燃性液体の燃焼性状に関する報告書	H14.　2
55	ＡＥ法による工水タンク底部の漏洩のモニタリング技術に関する共同研究報告書	H14.　3
56	水による固体可燃物火災の消火と延焼阻止の機構に関する研究報告書	H14.　10
57	実大規模燃焼実験による難燃杉材の燃焼性状に関する研究報告書	H14.　10
58	動物性飼料の自然発火に関する研究報告書	H15.　3
59	ウォーターミストの消火機構と有効な適用方法に関する研究報告書　分冊１	H15.　3
60	ウォーターミストの消火機構と有効な適用方法に関する研究報告書　分冊２	H15.　3
61	ヒドロキシルアミン及びその塩類の危険性に関する研究報告書	H15.　11
62	消防用防火服の耐熱性能の評価に関する研究報告書	H16.　1
63	林野火災の発生危険度と拡大を予測するシステムの開発に関する研究報告書	H16.　3
64	消防用防火服の快適性能、機能性能の評価に関する研究報告書	H16.　6
65	ＡＥ法による石油タンク底部の腐食劣化評価に関する共同研究－平成15年度共同研究報告書－	H16.　6
66	地下鉄火災における駅構内の煙流動シミュレーションに関する研究報告書－韓国大邱市の地下鉄中央路駅の場合－	H17.　3
67	救急対応の実情に関する調査報告書－救急対応に関するアンケート調査結果－	H17.　3
68	消防用防火服の総合的な評価手法に関する研究報告書	H17.　7
69	平成16年（2004年）新潟県中越地震被害および消防活動に関する調査報告書	H17.　9
70	斜面崩壊現場の二次崩壊危険度予測手法に関する研究報告書	H18.　3
71	ＲＤＦ火災に関する調査研究報告書（平成15年度）	H18.　3
72	一般住宅における初期火災時の燃焼特性に関する研究報告書 －住宅火災による死者低減に役立つ感知特性を探る－	H18.　3
73	石油タンク火災の安全確保に関する研究報告書 －石油タンク火災に使用される泡消火薬剤の消火特性－	H18.　3
74	災害弱者の火災時避難安全のための警報・通報手法の開発	H18.　3
75	ＡＥ法による石油タンク底部の腐食劣化評価に関する共同研究 －平成16・17年度　共同研究報告書－	H18.　3
76	新燃料自動車に求められる消火設備の能力に関する研究報告書	H19.　3