

濡れ水について

小 沢 貞 則* 市 川 治 臣*
沼 田 勇 治* 金 坂 武 雄*

1 は し が き

現用の水をもってしては消火が困難とされている綿、コルク、繊維等の火災に対して、濡れ水はすぐれた消火効率を有するといわれている。しかし、実際の現場行動にあたって効果的に使用しうるかどうか、また使用した際、起ることが予想される諸問題について、これらを究明するため、消火効率、浸透性、腐食性等の試験を行い、将来の火災防ぎよに当てる参考資料を得ようとするものである。

2 成 分 試 験

1. 方法および結果

(1) 分光分析

濡れ水の原液少量を灰化し、島津製QF-60型紫外線分光写真機を用いて、発光する輝線スペクトルを分析する。

(a) 発光方法

脈流弧光放電

一次電圧60V、二次電圧10KV電流3A

撮影条件 スリット巾0.001mm

使用乾板 富士プロセス

露出 20秒

現像液 D-76

(b) 分析結果

分析結果は第1表のとおりである。

第1表 分光分析結果

検出元素	Ca	Al	Mg	Na	Si	Cu	Fe
半定量度	強	痕	弱	弱	痕	痕	痕

(2) ガスクロマトグラフによる成分分離

濡れ水の原液20ccを蒸溜して、分取(B. p77~85°C 3cc, B. p90~110°C 16cc)し、これらを試料として、ガスクロマトグラフ(島津製GC-1型)を用いて、下記条件により各々のガスクロマトグラムからメタノールを同定した。

分析条件

*第一研究室

‡第二研究室

充填剤 ポリエチレングリコール

カラム温度 82°C

キャリアーガス 水素(106ml/min)

チャート送り 10mm/min

試料 0.01~0.02ml

さらに、濡れ水原液を試料として、カラム温度199°Cで試験を行ったところ、メタノール、水が同定された。

(3) 陰イオンの分析

バリウム塩族、銀塩族、硝酸塩族の定性分析を実施した結果、検出成分はなかった。

(4) 界面活性剤の分別試験

メチレンブルークロロホルム試験、ヨードカリ試験の結果、試供液中には、アニオン活性剤が確認された。

カチオンまたは非イオン活性剤の存在も予想されたので、ネスラー反応試験、ビュレット反応試験を行ったところ変化は認められず、カチオン活性剤は存在しなかった。また、曇点試験の結果白濁が認められたのは、非イオン活性剤の存在を示すものである。続いてアニオン活性剤、非イオン活性剤の細別試験を行った結果、アルキルベンゼンスルホネート、アルキルフェノールエチレンオキシド系の活性剤であることを確認した。

2. 考 察

以上の結果より、メタノール、水、アルキルベンゼンスルホネート、アルキルフェノールエチレンオキシドの4種の成分を確認した。

3 浸 透 試 験

浸透試験は、拡散試験、浸透速度の測定、含水試験の3種について行う。

1. 拡散試験

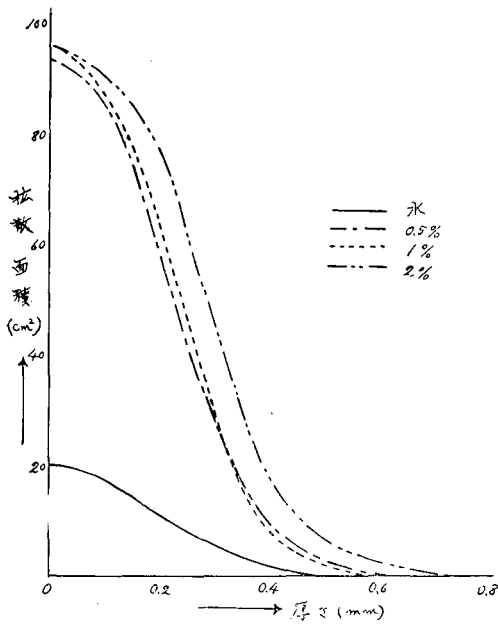
(1) 方法

3ccの試供液を5cc用ピペットに入れ、これより1cm下に積み重ねた厚さ1cm程度の西洋白紙(含水率2.3~5.2%)上に8~9秒間で滴下し、20秒経過後の表面および深部への浸透状況を調べる。

(2) 結果

拡散試験の結果は第1図のとおりである。

第1図 白紙の厚さと拡散面積の関係



(3) 考察

表面拡散については、濡れ水は水の4.62~4.75倍の拡がりを示し、拡散体積においては、5.24~6.00倍の拡散が認められた。また、深部へは水の1.25~1.28倍の浸透を示した。

水より濡れ水の方が、表面張力が小なるため大きな拡散を示し、濃度の増加につれて、全体の拡がりは大きくなる傾向が認められた。

2. 浸透速度の測定

(1) 方法

400ccの試供液を500g用ビーカーに入れ、これに13×174×0.08mm程度の西洋白紙(含水率0.3~1.5%)を下端に錘をつけて、液面下3cmの位置まで浸し、液面上3mm毎につけた目盛の位置まで浸透する時間を測定する。

(2) 結果

各ライン上の水の浸透速度を1とした場合の濡れ水の速度は、第2表のとおりである。

第2表 浸透速度の測定結果

試供液	浸透位置							
	3 mm	6 mm	9 mm	12 mm	15 mm	18 mm	21 mm	24 mm
水	1	1	1	1	1	1	1	1
0.5%	7.5	2.1	1.9	1.6	1.5	1.6	1.3	1.3
1%	15.8	3.3	1.9	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3
2%	23.0	4.3	2.2	1.9	1.7	1.8	1.7	1.5

(3) 考察

第2表について考察するに、各ライン上とも濡れ水

は水に比して大なる浸透速度を示し、濃度の大きなるほど大きな値を示している。各試供液とも液面附近が最も大なる速度を示したのは、重力作用、濾過作用等の影響が少ないことに起因するものと思われる。

本実験の条件範囲における一般的な結論として、濡れ水は、水より表面張力が小なるため大なる浸透速度を示し、濃度の増加につれて速度は大となる。これは、一連の浸透試験(拡散試験、含水試験)の結果と一致している。

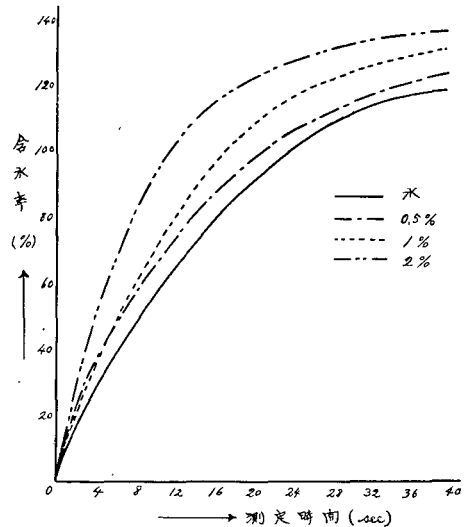
3. 含水試験

(1) 方法

500ccの試供液を500g用ビーカーに入れ、これに50×50×0.6mm程度の厚紙(含水率4.6~5.8%)を液面下2cmの位置に2秒間浸し、取り出して1分経過後の重量を測定する。この操作を繰返して時間の経過にともなう含水率の変化を調べる。

(2) 結果

時間の経過にともなう含水率の変化は、第2図の第2図 含水率の変化曲線



とおりである。

(3) 考察

ここにいう含水率とは、厳密な意味における含水率ではなく、見掛上の含水率であることをお断わりする。

第2図が示すように、各試供液とも前半においては、時間の経過にともない急上昇するも、含水率100%を越える頃から徐々に緩やかな上昇に変わり、ついには飽和状態に達した。

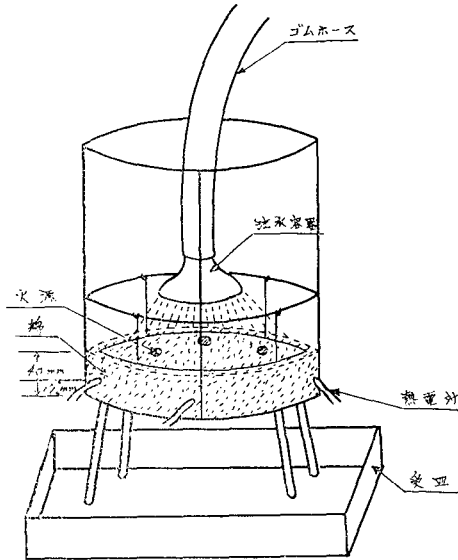
濡れ水は水に比して短時間で浸透し、その傾向は濃度の大きなるものほど顕著である。

4. 消火効率の測定

1. 方法

第3図に示すような針金製容器に80gの綿（インド産原綿）を充填し、この平面上に温度測定点6ヶ所を設け、その上部に100gの綿を積重ね、全体の高さを40mmにする。この上に、15ccの灯油を浸み込ませた15gの綿を3等分して配置し点火する。

第3図 綿使用時の試験方法



測定点のうち1点が 300°C を越えた時に水、および1%濃度の濡れ水を注水する。

注水要領は、スプレー状注水容器にあっては、 $500\text{cc}/\text{min}$ で 250cc 注水し、1分間放置後さらに 120cc 注水する。また多孔状注水容器の場合は $6000\text{cc}/\text{min}$ で同様な注水を行う。

熱電対(C.A)による温度測定、ならびに肉眼観察を併用して試験液の消火効率を比較する。

2. 結果

(1) 綿—スプレー状注水の場合

注水後の各測定点の温度曲線より、再燃状況を呈したものを摘出してみると、第3表のとおりである。

第3表 再燃状況を呈した測定点の数

試験液	実験回数	実験1	実験2	実験3	平均値
水		1	1	2	1.3
濡れ水		0	0	0	0

ここで再燃とは、注水によって温度が急激に下がるが、その後再び温度上昇を示し、 100°C を越えても、なお温度上昇を継続するものをいう。

測定面上における濡れの状況を示すと、第4表のとおりである。

第4表 測定面上の拡散面積(cm^2)

試験液	実験回数	実験1	実験2	実験3	平均値
水		36	57	77	56.7
濡れ水		177	313	209	233.0

(2) 綿—多孔状注水の場合

本試験の結果は、第5表、ならびに第6表に示すとおりである。

第5表 再燃状況を呈した測定点の数

試験液	実験回数	実験1	実験2	実験3	平均値
水		1	3	2	2
濡れ水		2	1	1	1.3

第6表 測定面上の拡散面積(cm^2)

試験液	実験回数	実験1	実験2	実験3	平均値
水		84	56	108	83
濡れ水		30	151	202	128

3. 考察

(1) 綿—スプレー状注水の場合

第3表に示すように再燃状況を呈した測定点の数は水の1.3ヶ所（平均）に対して、濡れ水は皆無であった。また、測定面上の濡れについては、第4表に示すとおり、濡れ水は水の4.1倍（平均値）の拡がりを示し、全的に万遍なく浸潤しているのに対して、水の場合は局部的に浸潤している。

したがって、この場合水よりも濡れ水の方がはるかにすぐれていることがわかる。

(2) 綿—多孔状注水の場合

第5表に示すように再燃状況を呈した測定点の数は、水の平均2ヶ所に対して、濡れ水は1.3ヶ所である。また測定面上の濡れについては、第6表に示すように、濡れ水は水の1.5倍の拡散を示している。

以上の結果だけを見ると、濡れ水の方が水よりもすぐれているように思われるが、注水後の温度曲線、肉眼観察の結果等をあわせ考えると、必ずしも濡れ水がすぐれているとはいえない。

飽屑については前述の測定方法と別個な方法で消火効率を測定したが、その結果は非常に複雑な温度変化を示し、これを要約することが困難であり、紙面の関係から省略するも温度変化、肉眼観察の結果から総合するに、水、濡れ水とも大差がないように考えられる。

各種実験の結果から、総合的に判断すると、濡れ水の場合は、万遍なく浸潤するのに対して、水は局部的な濡れを示すところから、水が濡れ水同様な浸潤を示すためには、より多くの水量を必要とするであろうことが予想されるが、濡れ水使用の場合水よりどの程度注水量が少なく済むかは判明しない。また、水は濡れ水ほど有効な浸潤を示さないところから無駄に使用された水による損害が当然予想される。

濡れ水を使用する際、注水は霧状に近くなるほど有効な浸潤を示すものと判断される。

濡れ水の消火効率については、今後の実験結果をまたなければ結論づけることは出来なる。

5 導電率の測定

1 方法

500g用ビーカーに、300ccの標準溶液、ならびに試験液を入れ、ステンレス製極板を用いてコールラウシユブリッジにより導電率を測定する。

標準溶液としては、塩化ナトリウム（パーセント濃度5%、固有導電率： 18°C において $0.0672\Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ ）を使用する。まずコールラウシユブリッジにより標準溶液の抵抗 R_s を測定し、次に、水および濡れ水の抵抗 R_x を測定して、次式より試験液の導電率 K_x を求める。

$$K_x = (K_s/R_x) R_s$$

式中、 K_s ：標準溶液の固有導電率

なお、測定時は試験液の温度を一定（ 18°C ）に保って行なう。

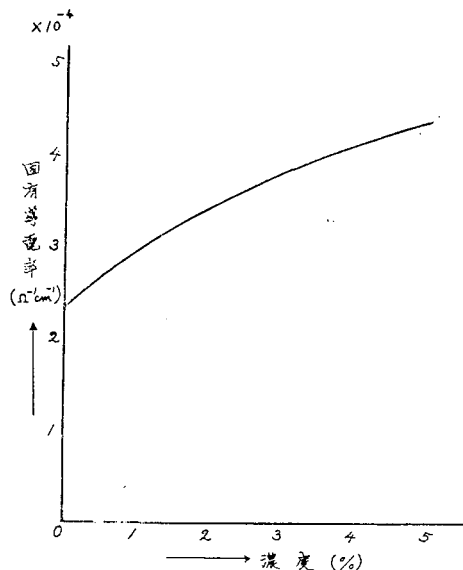
2 結果

各種濃度における固有導電率は第4図のとおりである。

3 考察

実験の結果、固有導電率は水の $2.30 \times 10^{-4} \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ に対して、濡れ水は $2.68 \sim 4.40 \times 10^{-4} \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ を示し

第4図 濃度一固有導電率曲線



たところから水の導電率を1とすると、濡れ水は1.16~1.91となっており、水に比して濡れ水の方が固有導電率は高く、濃度の増加につれて大きくなる。

したがって、それだけ水より感電の危険性は大きくなり、電気関係火災においては濡れ水の使用をさけ、感電のおそれある所での使用は、直状でなく噴霧によるべきであろう。

6 腐食試験

1 方法

亜鉛メタリコン他6種の試供体（水槽車容器材料）を浸漬法（試験期間20日間）により試験し、肉眼観察を併用する。

腐食液は水および濡れ水とする。

2 結果

腐食試験の結果は、第7表のとおりである。

第7表 最大腐食度 (mdd) 並びに肉眼観察の結果

試 供 体	試 供 液		腐 食 度 (mdd)					
	水		濡		れ		水	
			0.5%		1%		2%	
亜鉛メタリコン	350	—	1222.5	—	640	—	440	—
オイルプライマー	32	+	44	+	26	+	44	+
アルマイト	2.8	+	1.7	+	2.9	+	4.2	+
アルミプライマー	13	(+)	14	(+)	16	(+)	11	(+)
ピナール No20	3.6	+	2.0	+	5.8	+	3.8	+
ダイヤボンド No580	7.8	(-)	5.0	(-)	8.2	(-)	11	(-)
鉄	13	(-)	5.8	(+)	6.8	(+)	6.4	(+)

表中の記号は、次のような腐食を示す
 — 激しく腐食が起っている
 (+) かなり

(+) 少し
 + 全く腐食が起っていない

3 考察

各種試供体について考察する。

(1) 亜鉛メタリコン

亜鉛の使用適用範囲は 270mdd 以下とされているが、第 7 表より最大腐食度は 440~1222.5mdd であり、水酸化亜鉛および塩基性炭酸塩の白濁を認めたところから、耐食性が少なく、使用不適材といえる。

(2) オイルプライマー

肉眼観察では異状が認められなかったが、最大腐食度がかかなり大であるところから、濡れ水の溶解性が考えられ、この種試供体の使用は注意を要する。

(3) アルマイト

腐食度は小であるが、孔食が認められたところから、この種材料の使用については注意を要する。

(4) アルミプライマー

肉眼観察の結果、わずかに表面上の変化が認められたところから、使用上注意を要する。

(5) ピナールNo. 20

最大腐食度小にして、腐食度は減少する傾向にあり、表面上および腐食液の変化は全たく認められなかったところから、この種の材料は耐食性があり使用に適す。

(6) ダイヤボンDNo. 580

第 7 表より最大腐食度は濃度に比例して大きくなる傾向にあり、これは濡れ水の溶解作用に起因し、表面の変化もかなり大であるところから、この種の材料は使用不適材といえる。

(7) 鉄

浸漬日数に伴い腐食度は減少する傾向にあるが、肉眼観察の結果では、全面腐食が起っているので、この種の材料は使用不適材である。

7 浸食試験

本試験は小野田セメント K, K 中央研究所に委嘱したものである。

1 方法

普通セメント（ポルトランドセメント）と豊浦標準砂（山口県産出）を 1 : 2（重量比）の割合とし、水、セメント比 65% 相当の水を加え、J I S 試験（4 × 4 × 16cm）の 6 バッチ相当量を一度に練り混ぜる。

養生は、温度 20°C、湿度 95% 以上の湿気箱中で 24 時間行い、脱型後、1 週間水中養生し、その後試供液中で材令 5 週、ならびに 9 週まで養生し、強さ試験と重量変化をみる。

養生槽は、10 × 20 × 30cm の大きさで、養生液量は、いずれも 3 ℓ とし、外気条件は 20 ± 1°C と同一である。

2 結果

浸漬試験の結果は第 8 表に示すとおりである。

第 8 表 浸食試験の結果

材 令	養 生 方 法	重 量 (g)			強 さ (Kg/cm ²)	
		脱型時	水中 1 週後	試験時	曲 げ	圧 縮
5 週	水 中	549	554	557	80.4	490
	2 % 溶 液	549	554	557	83.2	482
	5 % 溶 液	549	554	557	82.2	478
9 週	水 中	549	555	559	77.8	481
	2 % 溶 液	549	554	558	77.5	482
	5 % 溶 液	549	554	558	79.8	476

3 考察

第 8 表より重量変化をみるに、水中 1 週間後の重量は、脱型時の 0.9~1.1% 程度の増加で、その後 5 週間ないし 9 週間にわずかに 0.5~0.7% の増加を示したにすぎない。

曲げ試験の場合は、材令 5 週にあっては 2% 溶液、9 週にあっては 5% 溶液の場合が最強であり、圧縮試験の結果では、5 週で水、9 週においては、2% 溶液の場合が最もすぐれているが、その差は僅少である。

材令 5 週、9 週とも、水中養生と比べて、2%、5% 溶液で養生した試供体のいずれも重量変化、ならび

に強度試験結果に大差がなかったので、貯水槽等に濡れ水を長期にわたって貯蔵した場合にも、これによる浸食は水の場合と大差ないものと考えられる。

8 む す び

資料によれば、建物、繊維、綿等の火災に対しては、主として混合比 1% のものが、可燃性液体の火災にあっては 1~2%、電気関係の火災においては 0.5% が適正混合比とされているので、本実験においては、一般的な 1% のものと、この前後の濃度のものについて、水との比較実験を行ったわけである。

消火効率の測定にあつては、二種の試供体について行つただけであり、実験方法等についても問題がある。

数多くの試供体について、条件を変えて種々の実験を行わなければ、結論づけるわけにはいかない。

今回の実験では、界面活性剤に関する研究の端緒を

つかみ得たにすぎず、今後の研究をまたなければ解明されない幾多の問題点がある。

本試験にあつては、工業技術院電気試験所、科学技術庁金属材料技術研究所、ならびに小野田セメントK、K中央研究所の関係各位の懇篤なる御指導と絶大なる御協力を賜つたことを記して、深甚の謝意を表する。