

# 急須の垂れ落ちについての考察

中谷 豊治      黒田 晴康  
酒井 和平      井村 俊一

## 1. まえがき

注器には、形態の面白さや美しさを主体に作られたものは多いが、実用上重要な機能である垂れ落ち（裏漏り、尻漏り）防止について配慮されたものは大変少ない。特に日本人の食生活に昔からなじみの深い陶磁器製の注器は、ほとんどが垂れ落ちを生ずる。ところが、この垂れ落ちは仕方がないものとあきらめ、見過ごしているのが実情である。そこで今回対象を陶磁器製注器、特に身近な急須に絞り、材質、形態、界面張力などの面から、垂れ落ちの挙動を探り新しい知見をデザイナー、製作者に提供し、デザイン、製作などの一助にすることを目的として、実験を試みたので報告する。

## 2. 実験

### 2.1 供試料

実験に使用した急須は、一般家庭でよく使われているものの中から、注ぎ口の形態に特色があると思われる商品14種類、注ぎ口模型9種類を使用した。

### 2.2 実験装置

垂れ落ちの挙動を把握するためのフィルム流し取り撮影装置は、当初市販品を試用してみたが、フィルムの移動速度が遅く、本実験には適さないことが分かった。そこでインダクションモータ、ギアヘッド、スピードコントロールパック、マイクロスイッチ、ダブルリリースなどを組合せ自作したもので、フィルム速度を25~560mm/secまで無段階に変速できるようにした。図1は、この装置にカメラをセットした状態を示したものである。また断続発光源としてのストロボスコープの閃光周波数は、350~1200rpmと必要に応じ変化させた。

ストロボスコープ、カメラ、被写体の位置関係は図2および図3の平面図に示す通りである。

垂れ落ちの挙動を把握するための注ぎ実験には、図4に示すように、急須の傾斜角度が視覚的に把握できるように角度計を取り付け、予めセットした傾斜角で止まるような装置を自作し実験に供した。

また急須材質の界面における液体の接触角と垂れ落ちの関係についての測定には、接触角計を使用した。なお実験で使用した装置の型式は表1に示す通りである。

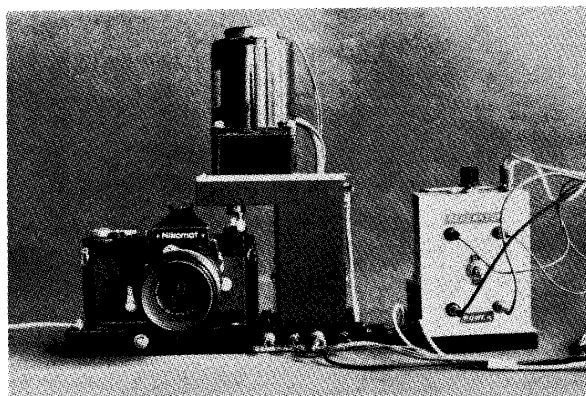


図1. 流し取り撮影装置

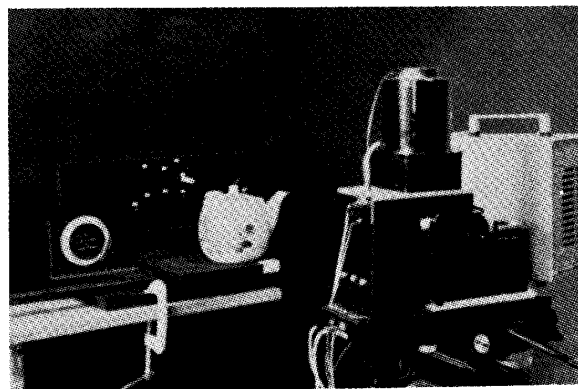


図2. 被写体の位置関係

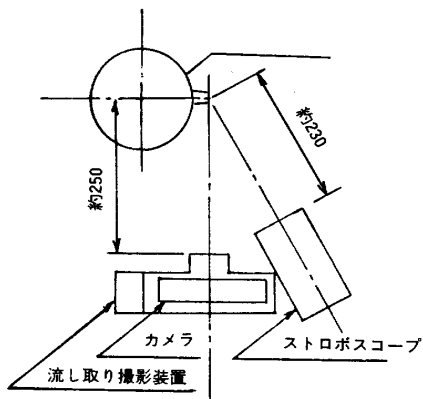


図3. 被写体の位置関係(平面図)

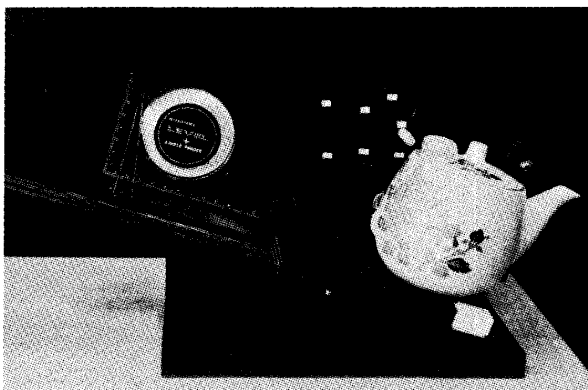


図4. 注ぎ実験装置

表1 実験装置

| 装置名           | 型          | 式          |
|---------------|------------|------------|
| インダクションモーター   | オリエンタルモーター | 3IK15RGK-A |
| ギアヘッド         | 同上         | 3GK-3KI:3  |
| スピードコントロールバック | 同上         | SS-3I      |
| マイクロスイッチ      | 松下電工       | AH7156     |
| ダブルレリーズ       | —          | —          |
| ストロボスコープ      | 菅原研究所      | PS-240     |
| 接触角計          | 協和科学       | CA-P型      |

### 2.3 実験方法

本実験における急須の各部名称を図5のように呼称する。

すなわち急須底部を水平に置いた時にできる水平面を基準水平面Lとし、急須を傾斜させ、注ぎ口から液を注ぐ時、Lと急須底部とのなす角を注水角(水切り角)、注ぎ口の口先A点を通る基準水平面Lに平行な面L'が投影面と交わる点をBとする。L'と注ぎ口投影部とにできるすき間が最大となるようにCD点を定める。三角形ACDの面積をS、 $\angle ABC$ を負の注ぎ口角、 $\angle BAC$ を正の注ぎ口角とする。

実験で使用した液は、水道水で、注ぎ口表面は予め実験の都度洗浄剤で十分洗浄し、直ちに温風により強制乾燥をして実験を行った。

急須の垂れ落ち実験は、固定実験と動実験の二つの方法で行った。固定実験とは水を満たした急須を図4に示すように、予め決めた傾斜角度に傾けてそのまま固定し、注ぎ口から水が出なくなるまで注いだ場合のたれ落ちについての挙動を流し取り撮影し、解析する実験で、動実験とは実際にお茶を注ぐ時のように急須を動かした場合の垂れ落ちの実態を知るため、実験装置に水を満たした急須をセットし、図4の装置の左側把手を上下して、水を注いだ場合と水を切った場合に生ずる垂れ落ちの挙動を流し取り撮影し解析する実験である。

撮影におけるフィルム速度は両実験とも、123~400mm/secの範囲で必要に応じ変えて撮影した。

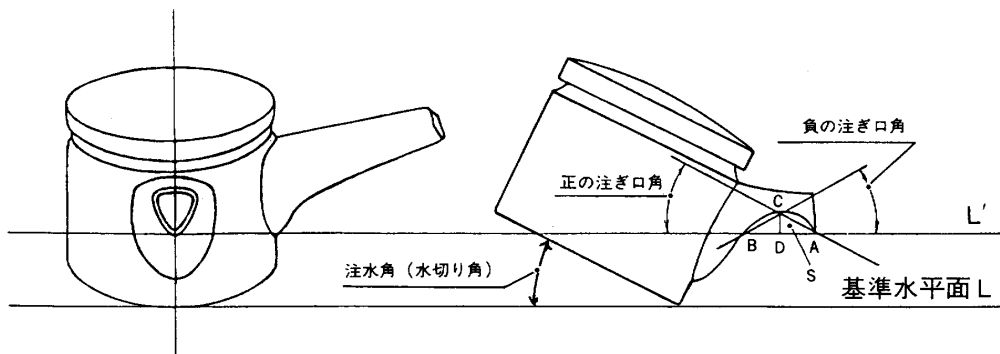


図5. 急須投影面における名称

### 3. 実験経過および考察

市販品急須14種、模型9種についての固定実験および動実験における垂れ落ちの挙動を約150本のフィルムに流し取り撮影し、解析した結果垂れ落ちの生ずる最大の原因は、急須注ぎ口の材質にあり、表2に示されているように、水に対する接触角が大変小さく、濡れ易いことである。そのことは図6～図10の実験例からも十分理解できる。

図6は注水角15°にしたときの固定実験で、垂れ落ちが激しく生じている。

図7は同急須の注ぎ口にフッ素樹脂塗料を塗布し、固定実験を行ったものである。注水角10°でも垂れ落ちが生ぜず、水の裏回りもほとんどなく、水切れも非常によい結果を得た。

また図8はシリコーンゴムキャップをはめ固定実験を行ったものである。これもフッ素樹脂同様に接触角が大きいため、わずか10°の注水角でも垂れ落ちは生じていない。

さらに比較のため図9に示す形態のアルミ製注ぎ口をわずか3°の注水角で固定実験を行ったが、水切れはもちろん、水の裏回りもなく、

表2 供資料の水に対する接触角

| 資 料               | 測定面の処理条件                                   | 接触角       | 備 考      |
|-------------------|--|-----------|----------|
| 硝 子 板             | 洗浄剤（商品名ユーゲル）で脱脂水洗、温風乾燥                     | 18°～26°   |          |
| 九谷施釉素地            | 同 上  | 16°～30°   |          |
| 万古焼茶器             | 同 上  | 50°～60°   | 表面粗面     |
| アルミ製ヤカン注ぎ口        | 同 上  | 107°～110° | 三協アルミ提供品 |
| 同 上               | 白棒（日本磨料工業No.10）パフ研磨                        | 104°～107° | 同 上      |
| 同 上               | メタ珪酸ソーダ10%水溶液による処理、液温70°～80°約3分、水洗後温風による乾燥 | 24°～30°   | 同 上      |
| 石膏表面にセラックニスを塗布した面 | 洗浄剤（商品名ユーゲル）で洗浄、水洗後、冷風乾燥                   | 25°～36°   | 表面わずか粗面  |
| フッ素樹脂塗料塗布面        |  | 96°～98°   |          |

垂れ落ちも全く生じなかった。

次にこのアルミ注ぎ口を約60～70℃に加熱したメタ珪酸ソーダ10%水溶液に約2分間浸漬し、十分脱脂をして固定実験を行ったところ、全く陶磁器同様に水切れが悪く、激しい垂れ落ちが生じた。図10はその状態を示す。なおこの時のアルミ注ぎ口の水に対する接触角は、24～30°で、処理前は95～100°であった。従っ



図6. No.4 急須 注水角15° 固定実験



図7. No.4-4急須模型 注水角10° 固定実験

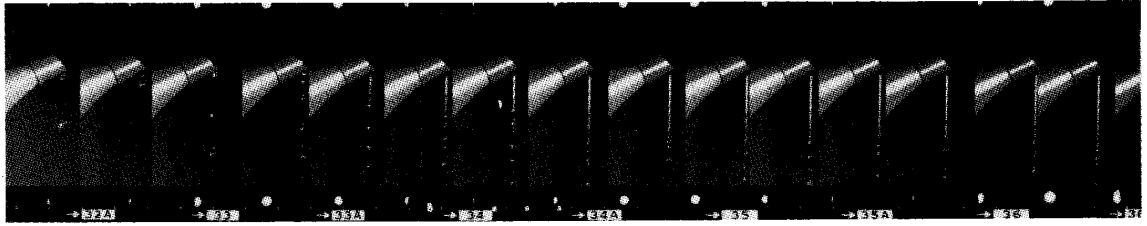


図8. No.5 急須 注水角 $10^{\circ}$  固定実験

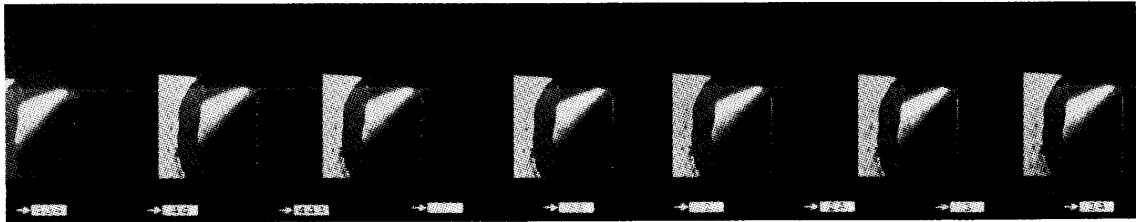


図9. No.15-1 急須模型 注水角 $3^{\circ}$  固定実験

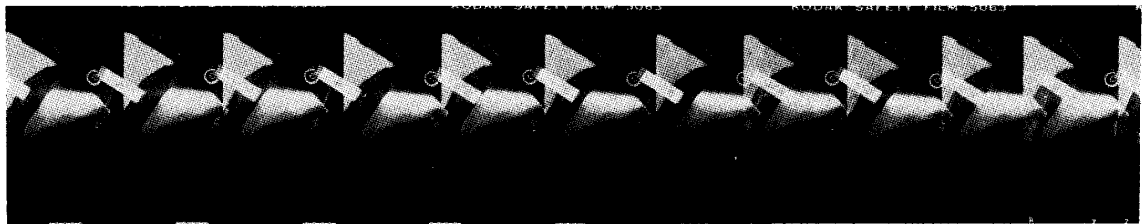


図10. No.15-1 急須模型 注水角 $30^{\circ}$  固定実験 (メタケイ酸ソーダによる脱脂)

て、水との親和性のよい素材が使用されている  
 現市販の陶磁器製急須は、垂れ落ちに対しては  
 素材の宿命を背負っていると考えねばならない。  
 もちろん垂れ落ちを防ぐための手段として、例  
 えば実験過程で示したようにフッ素樹脂を注  
 ぎ口の表面に塗布し、焼付けるとか、接触角の  
 大きい軟質プラスチックのチューブを口先に  
 差し込むなど、他の材料の力を借りることによ  
 り、その目的を果たすのも一方法であるが、今  
 回はあくまでも本来の陶磁器製急須の注ぎ口の  
 形態的イメージを保ち、垂れ落ち防止に対する  
 デザインの基本資料を得ることに主眼をおき、  
 実験を進めることにする。

そこで垂れ落ちと注ぎ口の形状の関係を見出  
 すため、図5に示すような注ぎ口角から求めた  
 高さ $CD$ と、長さ $AD$ から三角形の面積 $S$ を計

算し、この面積の大きさが垂れ落ちに影響があ  
 るのではないかと仮説を立てた。

そこで急須の等倍投影図を得るため、暗室で  
 プロジェクターの光源を急須から遠く離れた位  
 置にセットし、急須に接するように湿式感光紙  
 を置き、これに急須を投影して現像処理をし、  
 できた影像に対し、注ぎ口の解析に必要な部分  
 の作図を行った。このようにして作図解析した  
 結果が表3で、図11、図12は解析例である。

常滑、万古焼 (No.1、No.2、急須) のよう  
 なしめ焼き製品については $15\sim 18\text{mm}^2$ 、施釉製品に  
 ついては $18\sim 20\text{mm}^2$  という一応の目安を得た。  
 供試料の数が少ないので現段階での断定は避け  
 なければならないが、従来から使用されている  
 ものについては十分適用できそうである。

表3 固定実験におけるS部面積と垂れ落ちの状況

| 急須No. | 注水角(°) | S部面積(mm <sup>2</sup> ) | 垂れ落ちの状況 |
|-------|--------|------------------------|---------|
| 1     | 50     | 15.2                   | なし      |
| 1     | 47.5   | 7.8                    | あり      |
| 2     | 45     | 29.6                   | なし      |
| 2     | 42.5   | 12.7                   | あり      |
| 3     | 25     | 26.2                   | なし      |
| 3     | 20     | 13.5                   | あり      |
| 4     | 40     | 18.0                   | なし      |
| 4     | 35     | 12.0                   | あり      |
| 8     | 15     | 21.7                   | なし      |
| 8     | 10     | 13.0                   | あり      |
| 9     | 55     | 18.4                   | なし      |
| 9     | 50     | 12.6                   | あり      |
| 10    | 30     | 24.3                   | なし      |
| 10    | 25     | 17.2                   | あり      |
| 11    | 65     | 21.6                   | なし      |
| 11    | 60     | 12.1                   | あり      |
| 12    | 0      | 25.5                   | なし      |
| 13    | 27.5   | 18.3                   | なし      |
| 13    | 25     | 14.2                   | あり      |
| 17    | 5      | 25.9                   | なし      |
| 17    | 0      | 18.9                   | なし      |
| 18    | 15     | 28.0                   | なし      |
| 18    | 10     | 16.2                   | あり      |
| 19    | 15     | 19.0                   | なし      |
| 19    | 10.2   | 15.3                   | あり      |
| 20    | 20     | 25.8                   | なし      |
| 20    | 15     | 18.3                   | あり      |
| 21    | 30     | 22.5                   | なし      |
| 21    | 25     | 16.8                   | あり      |
| 23    | 12.5   | 22.0                   | なし      |
| 23    | 7.5    | 15.0                   | あり      |
| 24    | 10     | 24.5                   | なし      |
| 24    | 5      | 16.5                   | あり      |

しかし、実用面では静置した状態での注水でなく、水切り操作が加わるわけで、その過程については図13・図14で示されているように、垂れ落ちにより生ずる水滴の量は、はるかに少なくなるため、当然S部面積もかなり小さくてよいはずである。水切り時における水滴の垂れ落ちとS部面積の関係について、動実験により測定し解析した結果を表4に示す。S部面積は5~20mm<sup>2</sup>の間で設定すれば、大体目的を達成することができると思われる。

垂れ落ちを考慮せずに、美的要素を主体に考えデザインを進める場合は別として、垂れ落ちに対する要素を多少とも配慮するならば、注水

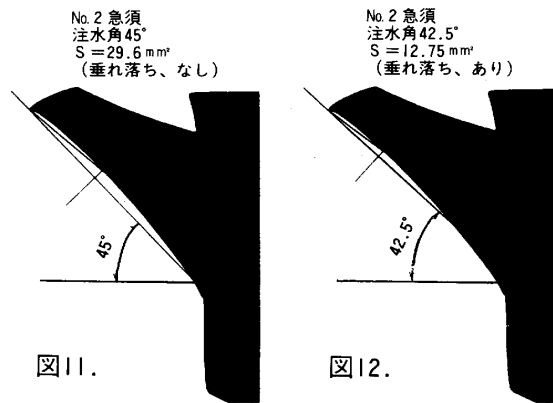


図11.

図12.

解析例

角0°時のS部面積を最低5mm<sup>2</sup>、さらに、水みちが生じていても垂れ落ちが生じ難いようにする場合は、最低11mm<sup>2</sup>に、垂れ落ちがほとんど生じないようにする場合は18mm<sup>2</sup>以上確保できるようにデザインしたらよいと思われる。

表4 動実験におけるS部面積と垂れ落ちの状況

| 急須No. | 注水角(°) | S部面積<br>(mm <sup>2</sup> ) | 垂れ落ちの状況 |        |
|-------|--------|----------------------------|---------|--------|
|       |        |                            | みずみちなし  | みずみちあり |
| 1     | 45     | 5.3                        | なし      | あり     |
| 1     | 50     | 15.2                       | なし      | なし     |
| 2     | 40     | 6.0                        | なし      | あり     |
| 2     | 42.5   | 12.7                       | なし      | なし     |
| 8     | 5      | 6.3                        | なし      | あり     |
| 8     | 10     | 13.0                       | なし      | なし     |
| 10    | 15     | 5.2                        | なし      | あり     |
| 10    | 20     | 11.2                       | なし      | なし     |
| 13    | 12.5   | 4.5                        | あり      | あり     |
| 13    | 15     | 6.4                        | なし      | あり     |
| 13    | 20     | 11.2                       | なし      | なし     |
| 20    | 0      | 3.4                        | あり      | あり     |
| 20    | 2.5    | 5.4                        | あり      | あり     |
| 20    | 5      | 7.0                        | なし      | あり     |
| 20    | 10     | 12.7                       | なし      | なし     |
| 21    | 5      | 4.0                        | あり      | あり     |
| 21    | 10     | 6.0                        | なし      | あり     |
| 21    | 15     | 9.4                        | なし      | あり     |
| 21    | 17.5   | 12.8                       | なし      | なし     |
| 23    | 0      | 6.7                        | なし      | あり     |
| 23    | 5      | 12.7                       | なし      | なし     |
| 23    | 7.5    | 15.0                       | なし      | なし     |
| 24    | 0      | 14.5                       | なし      | なし     |
| 24    | 5      | 16.5                       | なし      | なし     |
| 24    | -5     | 6.5                        | なし      | あり     |

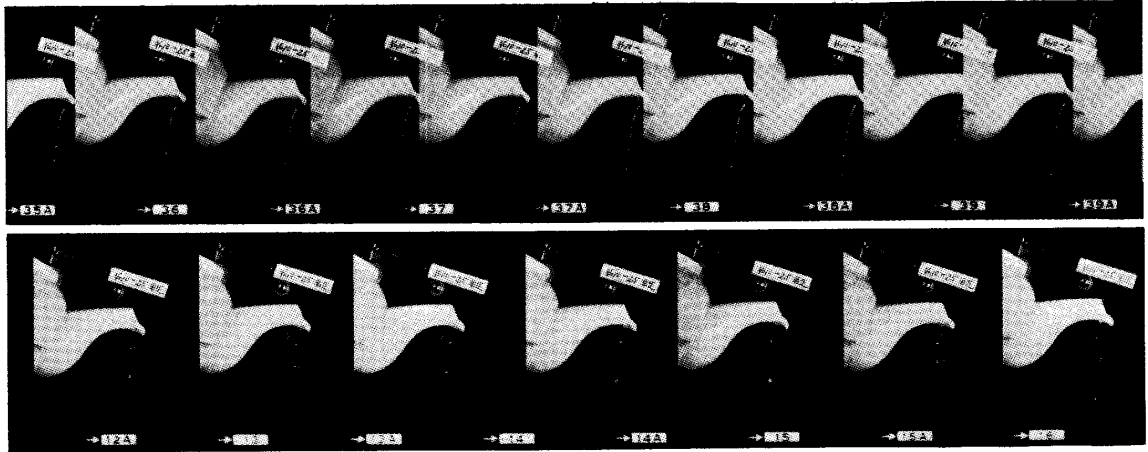


図13. No.10急須 注水角25° 固定実験

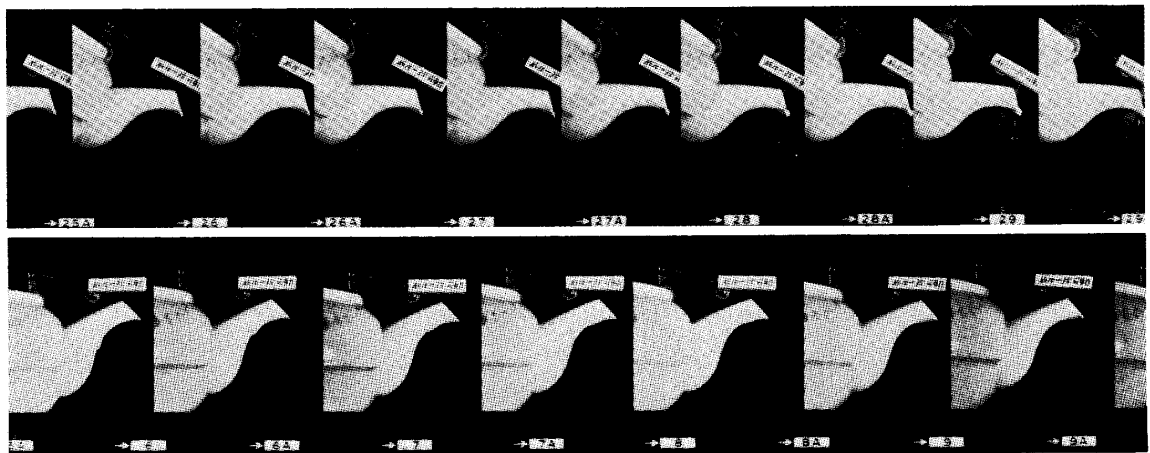


図14. No.10急須 水切り角35° 動実験

図15、図16は以上の諸条件を配慮して、デザインした試作急須No.25およびNo.26である。

図17、図18はこの急須の投影面から注水角0°、5°、10°、12.5°におけるS部面積を求めた図で、No.25急須は9mm<sup>2</sup>、13.3mm<sup>2</sup>、18mm<sup>2</sup>、20mm<sup>2</sup>となり、No.26急須は10mm<sup>2</sup>、16.2mm<sup>2</sup>、22mm<sup>2</sup>、28.3mm<sup>2</sup>となった。

なお、この急須の垂れ落ちの状態を表3および表4から推測すると、注水角5°におけるS部面積は13.3mm<sup>2</sup>と16mm<sup>2</sup>であるから、水切り操作後、注水角が5°になるまでは、水みちがついていても垂れ落ちは生じないが、注水角5°から0°に移る過程で、垂れ落ちが生ずることが推測できる。

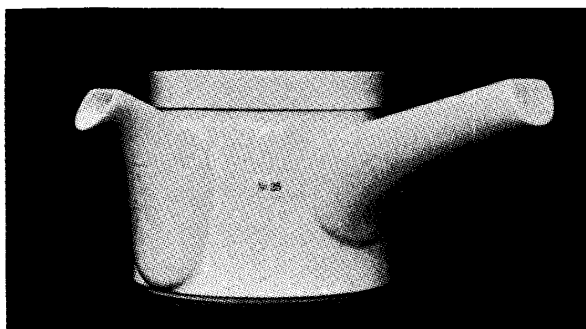


図15. No.25試作急須

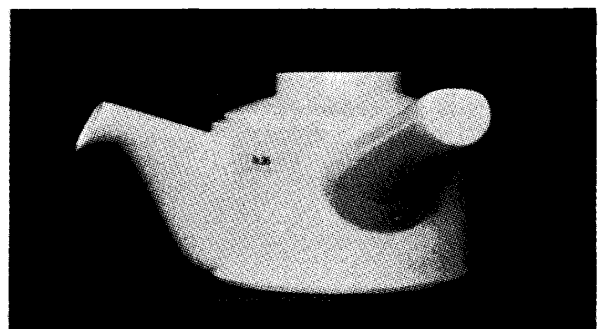


図16. No.26試作急須

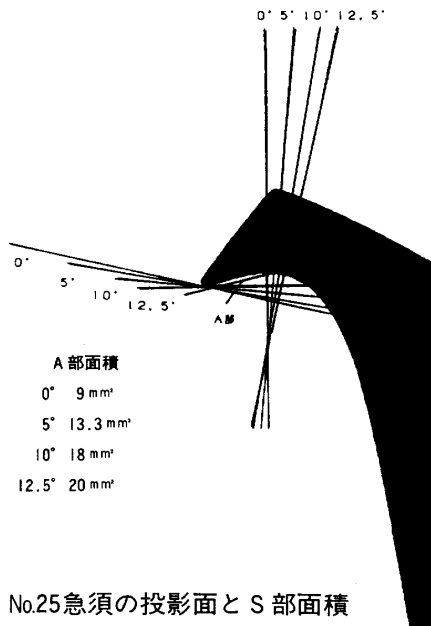


図17. No.25急須の投影面とS部面積

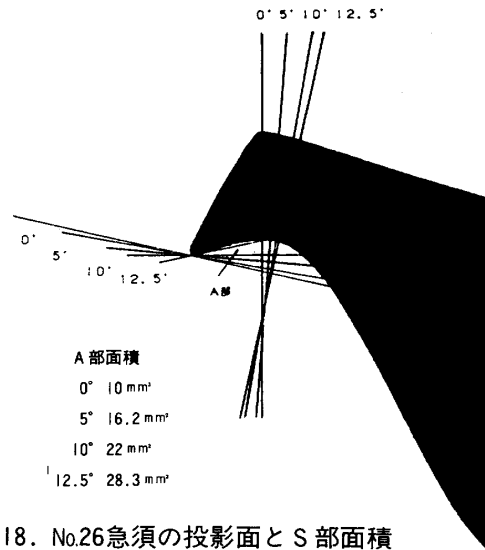


図18. No.26急須の投影面とS部面積

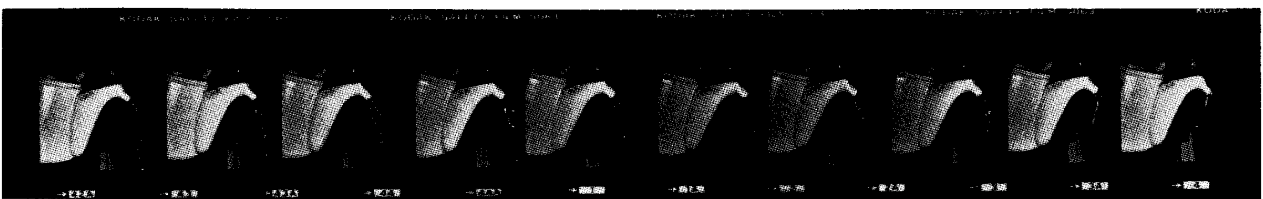
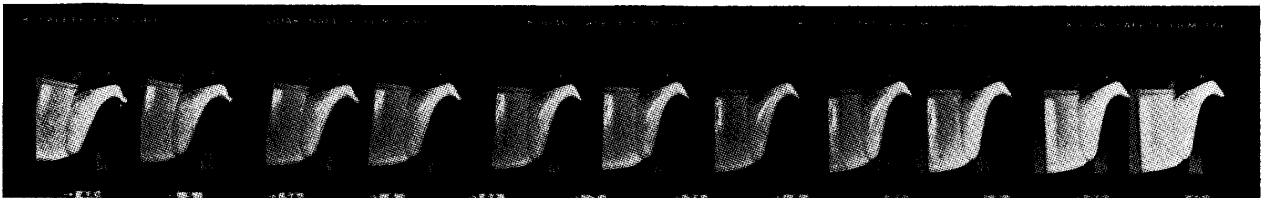
図19、図20はNo.25、No.26急須の水切り角を7°~13°とし、注水角0°~15°の範囲で注水操作を反復して、垂れ落ちの状況を流し取り撮影したものである。

その結果図20のNo.26急須は垂れ落ちがわずかで写真に現われなかったが、図19のNo.25急須は水滴が注ぎ口下面に沿って垂れ落ちて行く様子がよく写し出されている。

図21、図22は前同様、水切り角を7°~13°とし、注ぎ口下面に水みちを付け、注水角を5°

~15°の範囲で注水操作を反復したもので、推測通り垂れ落ちは生じなかった。

なお本実験では、供試料である急須の表面をその都度十分洗浄し、大変濡れ易い状態、すなわち垂れ落ちの生じ易い状態を作り実験を進めたのであるが、実用面では濡れの悪い状態での使用が一般的であるから、S部面積を11mm<sup>2</sup>以上に保てば、ほとんど垂れ落ちが生じることはない。



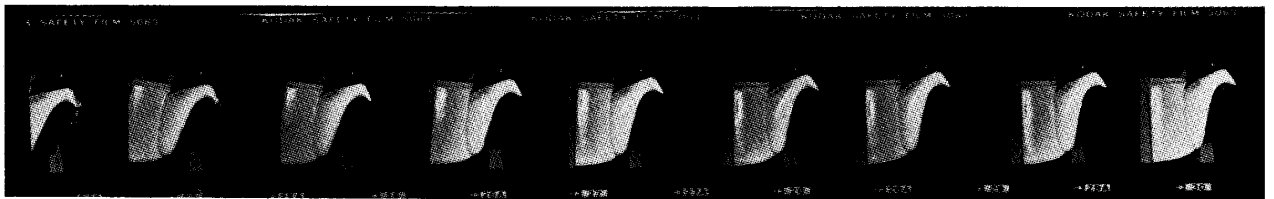
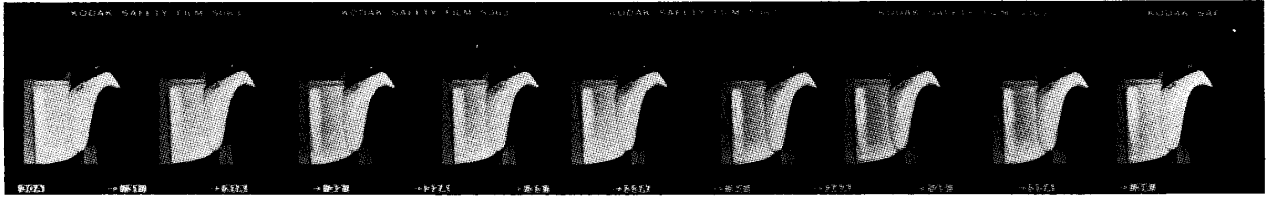
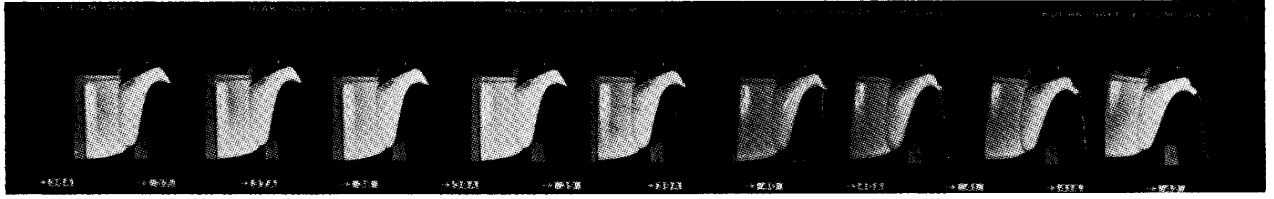
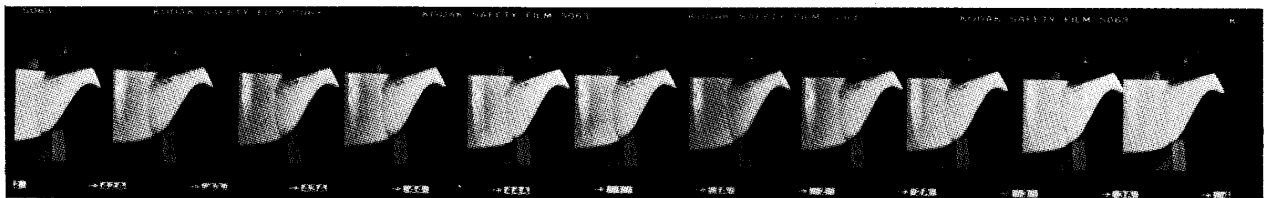
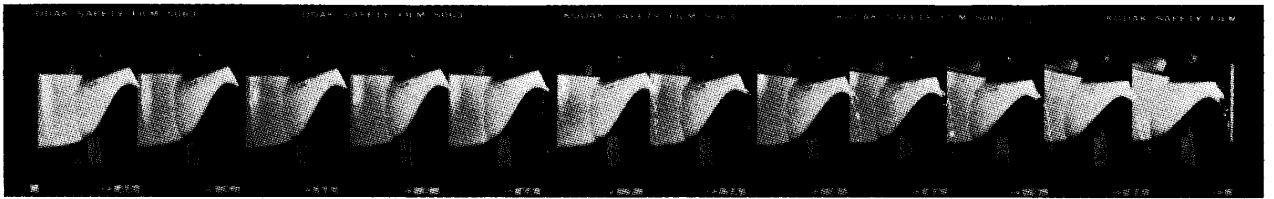


図19. No.25急須による注水実験 注水角 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$  水切り角 $7^{\circ} \sim 13^{\circ}$





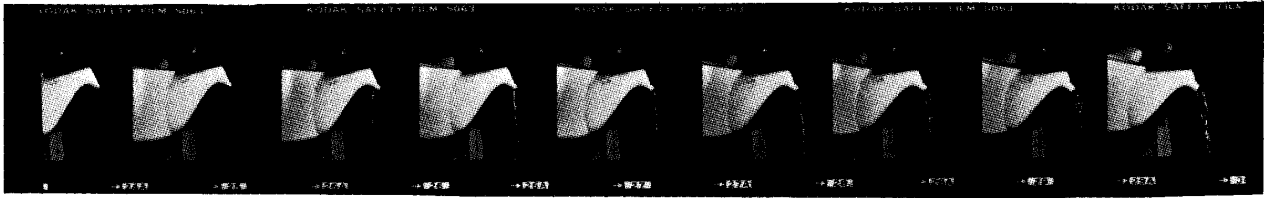
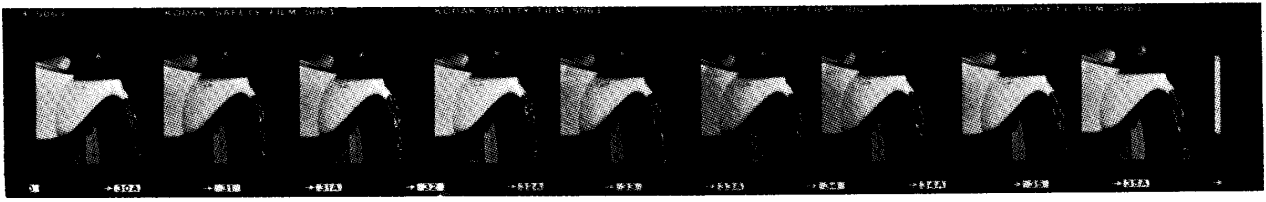
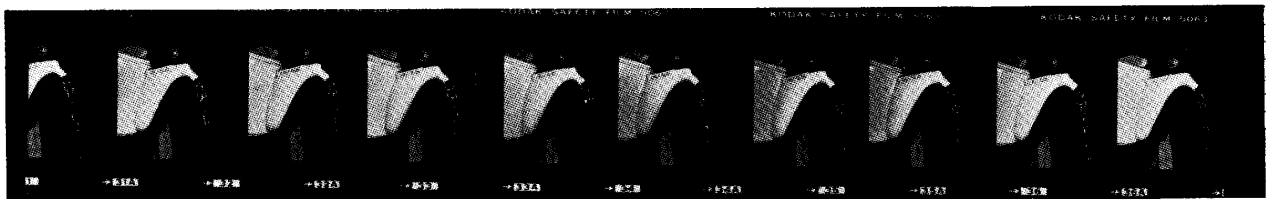
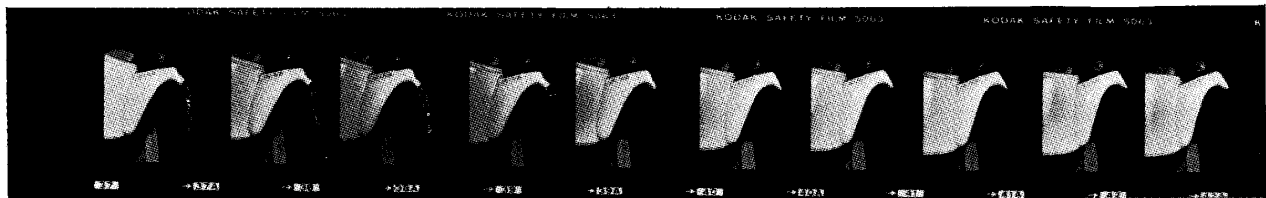
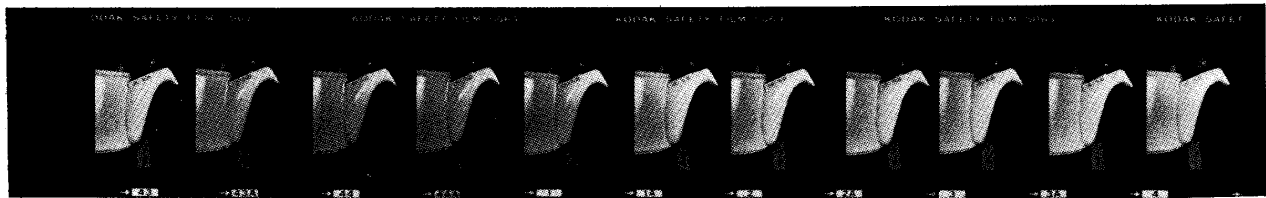
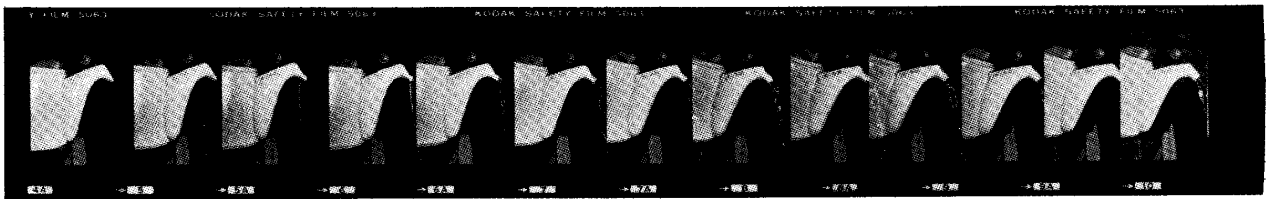


図20. No.26急須による注水実験 注水角 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$  水切り角 $7^{\circ} \sim 13^{\circ}$



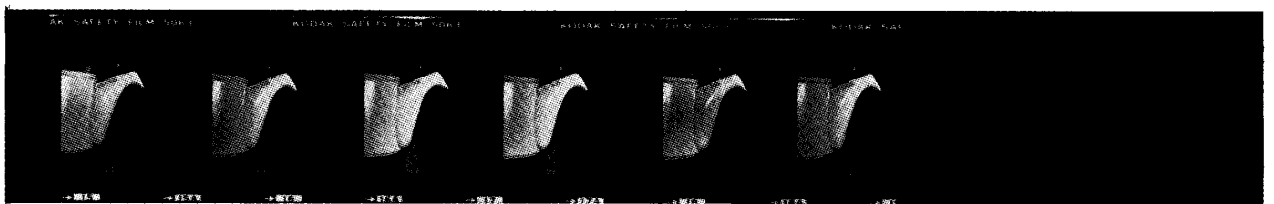
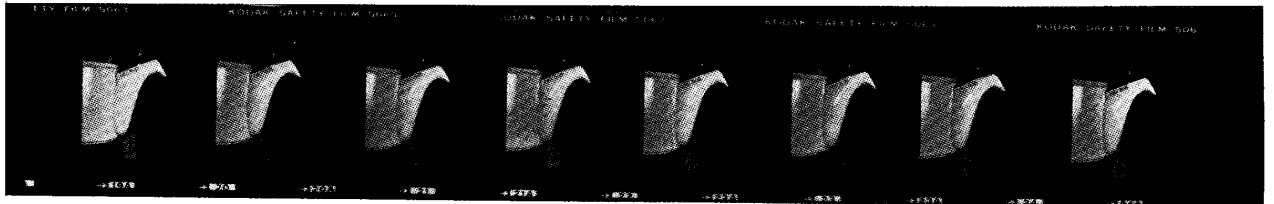
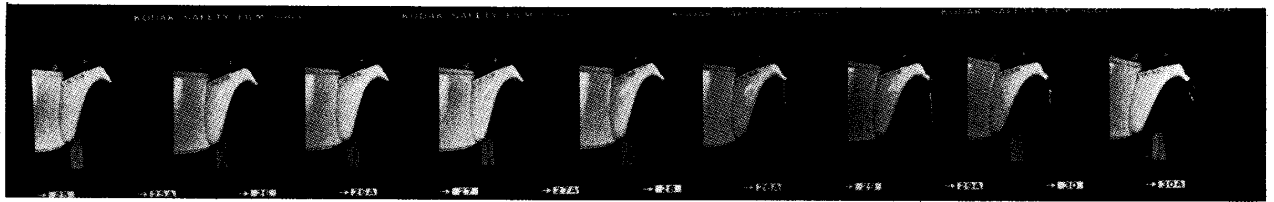
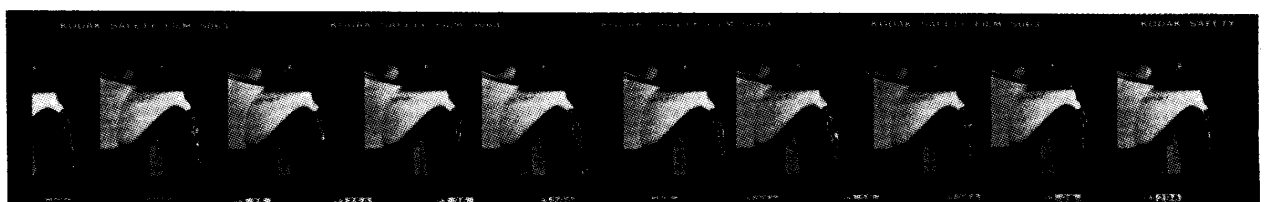
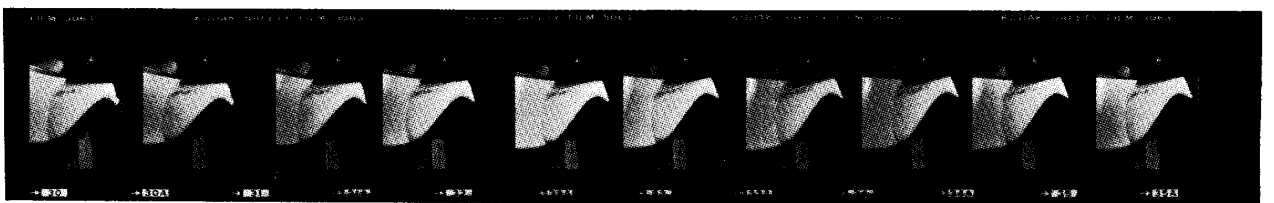
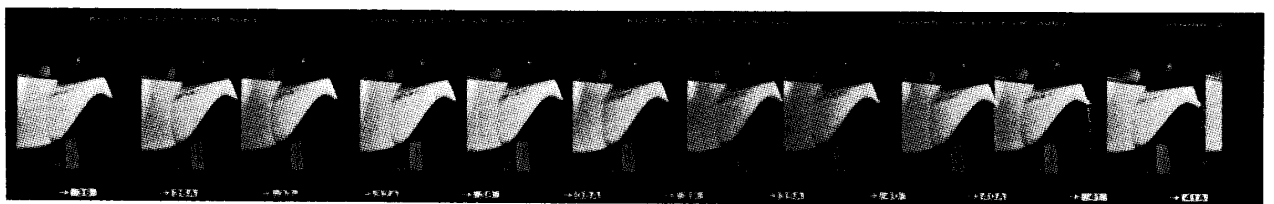
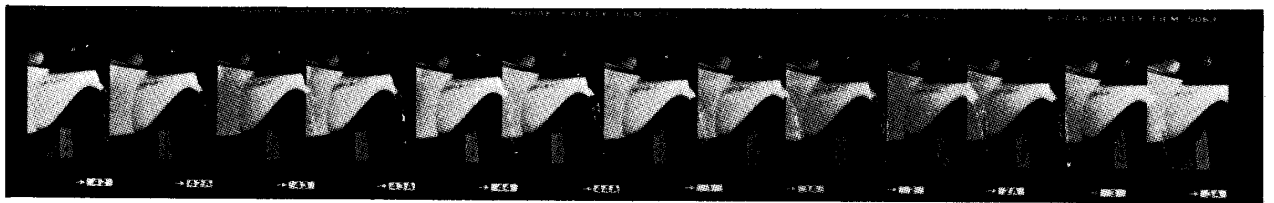


図21. No.25急須による注水実験 注水角 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$  水切り角 $7^{\circ} \sim 13^{\circ}$



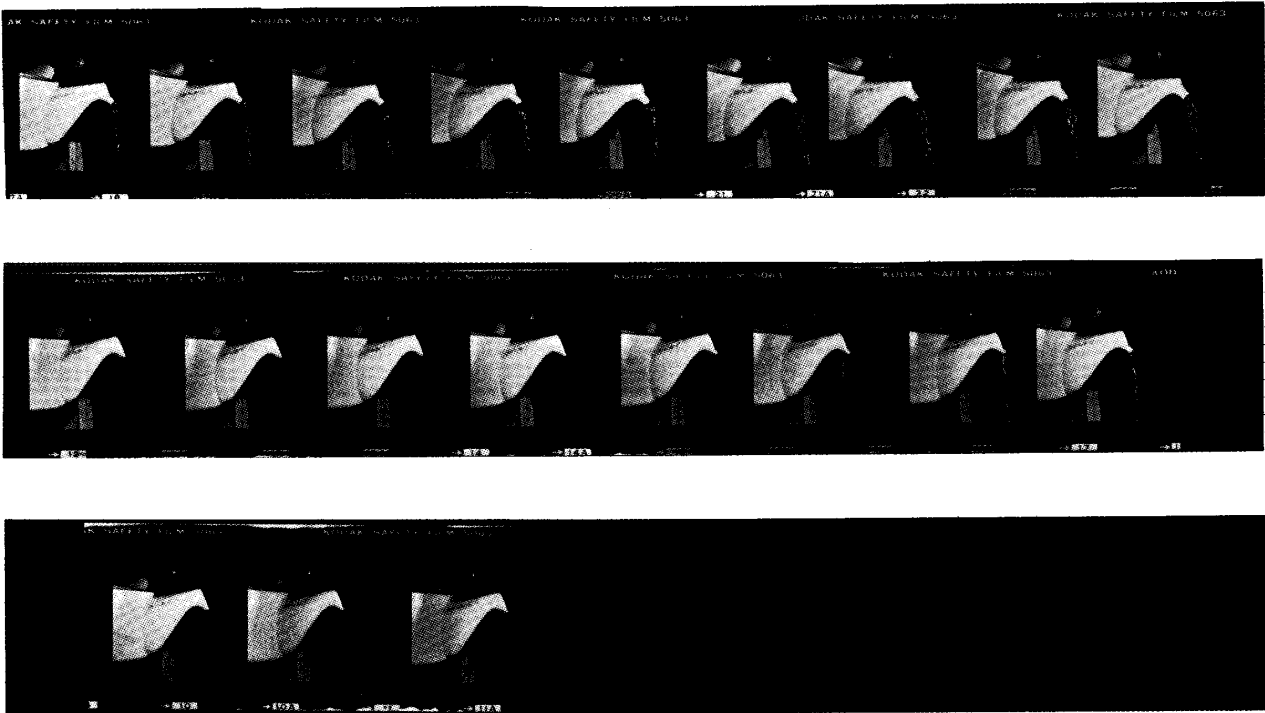


図22. No.26急須による注水実験 注水角 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$  水切り角 $7^{\circ} \sim 13^{\circ}$

#### 4. まとめ

現市販急須および注ぎ口模型などにより、製品デザインの立場から垂れ落ちに関し、その挙動を観察した結果

1. 陶磁器製急須は素材表面の水に対する接触角が小さいため、濡れ性がよく、垂れ落ちが非常に生じ易い。
2. 注ぎ口表面をフッソ樹脂などで被覆し、その表面の水に対する接触角を $90^{\circ}$ 以上にするとうちりが大変よくなり、垂れ落ちもほとんど生じなくなる。
3. アルミ製注ぎ口は水切りもよく、垂れ落ちも生じにくいだが、素材表面の脱脂を十分行い水に対する接触角を小さくすると、陶磁器同様に激しく垂れ落ちが生ずる。
4. 注ぎ口形態と垂れ落ちの有無を予測する方法として、本研究で設定した指標S部面積が注水角 $0^{\circ}$ において $11\text{mm}^2$ 以上となるようにデザインすると、垂れ落ちがほとんど発生しない。

以上のことが確認できた。

考察の項でも触れたように、粘土（陶土）を急須材料として使用し、釉薬を施した場合は、表面が硝子同様、大変濡れがよくなるので、結論的には素材そのもの、あるいは、その表面の改質か、特殊な注ぎ口形態をデザインする以外にないように思われる。

なお本実験に対し、資料の提供および注ぎ口の試作に御協力をいただいた三協アルミ株式会社、ニッコウ株式会社に対し、深く感謝の意を表わす次第です。

#### 参考文献

- 寿美田興市：工芸ニュース18(5)158～161(1950)  
 寿美田興市：工芸ニュース18(6)197～206(1950)  
 天野孝雄：工芸ニュース33(4) 38 (1958)  
 横山貞子：クロワッサン (2) 4～6 (1983)