

粒体流動化式自動入浴介護装置の開発

平成 13 年 2 月 28 日

知能機械システム工学科 1010157

園山 司

指導教授 横川 明

目次

1. 緒言	1
2. あらまし	2
2.1 粒体流動化式基本実験研究	2
2.2 半割浴槽模型による可視化実験	5
2.2.1 流動化方式(浴槽底部全体に多孔質板を設置する場合)	5
2.2.2 噴流化方式(浴槽底部一部にスリットを設置する場合)	5
2.2.3 流動化方式と噴流化方式の比較	5

本文

3. 粒体噴流化方式における粒体選定実験	8
3.1 圧力損失及び噴流化状況	8
3.2 粒体選定実験	10
4. 噴流化式実機型試験機による官能評価実験	13
5. 実証試験装置制作への基本実験	15
5.1 洗浄層内椅子形状・浴槽内寸決定実験	15
5.2 シャワーノズル位置選定実験	16
6. 結言	17
7. 参考文献	18
8. 謝辞	18

1. 緒言

今日、社会問題となっているものの一つに高齢者の介護がある。その中で要介護老人が入浴する際の介護者の労力は大変大きいものとなっている。そこで著者らは、その問題を解決するため、要介護老人や更に身体障害者が介護者を必要とせず、自ら身体を洗浄することができる装置の開発を目的とするものである。

既存の入浴は、お湯につかることでリラクゼーション効果が高く日常生活上、精神的、肉体的に重要な行為である。またこれまでの身体洗浄は、多種多様な洗浄道具と方法を使用してきたが、全て人の手を使っての洗浄であった。一方、今回開発する装置の入浴洗浄方法は、温水シャワーで身体を濡らした後、浴槽底部全体に多孔質版を設置し、この上に粒体を充填し、下から蒸気を含んだ温風を吹き上げ、粒体を浮遊させ混合・攪拌させ、粒体と入浴者の皮膚表面との摩擦、衝撃により、入浴者の身体の洗浄を行い、さらに身体洗浄から身体乾燥までが自動化される装置である。このことにより、身体洗浄が初めて人の手を離れることとなる。ここに本装置開発での難しい点がある。しかし本装置が開発されることで、老人や身体障害者の身体を洗うという介護者の労力は軽減され、介護者は非介護者に対して、本来の精神的ケアであるコミュニケーション等が可能となる。現在の入浴介護は介護者労力の肉体的負担が大きく、精神的ケアが十分になされるだけの余裕を持つことはできない。(老人ホーム、老人特別介護施設などの場合)本装置を使うことで本来行うことのできなかつた介護が行うことができるということが、本装置の商品的、社会的価値となる。

本論文では、粒体による人体洗浄装置の開発のため、各種基礎的実験から始まり、本装置開発のために明確にしなければならない点においての応用実験を行った。

なお、本研究開発を進めるに当たっては、中小企業総合事業団からの研究開発委託金及び高知県からの研究補助金を得て、高知県の産学官の共同研究として実施した。

2. あらまし

これは、私が本開発に従事する以前に行われた研究開発である。

2.1 粒子流動化式基本実験研究

人体の洗浄に適する粒子を選定するために、小型円筒形の模型からなる粒子流動化基本実験装置を用い、表 1 に示す 8 種類の粒子について常温空気による流動化実験を実施した。実験装置の概略を図 1、写真 1 に示す。実験容器は透明アクリル樹脂製で、内径 158mm、高さ 500mm の円筒であり、この底部に多孔質板を設置し、その上部に供給粒子を充填し、多孔質板の下部から空気を供給し、粒子を浮遊させ混合・攪拌させた。これを粒子の流動層という。

空塔速度と圧力損失の関係のグラフを図 2 に示す。そして、流動化状態にある粒子層内へ腕を挿入して、腕が受ける粒子と皮膚との摩擦の感触、特に洗浄感覚を摩擦効果として評価した。また、流動層内へ少量の水と洗剤を入れることにより、粒子によっては流動化状態が著しく変化することが分かったので、水及び洗剤の影響について肌の感触として評価した。その結果を表 2 に示す。

これらの実験の結果から、ポリプロピレンはプロワの所要動力の面からみれば最良であるが、肌に付着するので、洗浄効果があまり期待できない。セラミックス、
、
については、流動層での圧力損失が大きくなる割合に粒子と肌との摩擦感覚が強くない。ポリスチレン、アルミナについては、粒子と肌との摩擦感覚はいずれも強く、心地よい。しかし、アルミナはポリスチレンに比して、流動層での圧力損失が著しく大きくなる。これらの長所、短所を比較して総合的に判断すれば、人体洗浄用の粒子としてはポリスチレンが最良ということになった。

粒子名	形状	真比重	嵩比重	空隙率
ポリプロピレン	円盤 (40, t=20)	0.9	0.5	未計測
ポリスチレン	球体 (60)	1.0	0.6	0.43
セラミック	球体 (45)	2.4	1.4	0.43
セラミック	球体 (50~60)	2.2	1.3	0.43
セラミック	円筒 (45, L=6.7)	2.5	1.5	0.41
セラミック	球体 (17)	2.4	1.4	0.41
セラミック	球体 (35)	2.7	1.5	0.43
アルミナ	球体 (30)	3.6	2.1	0.41

表 1 試供粒子の物理的性質

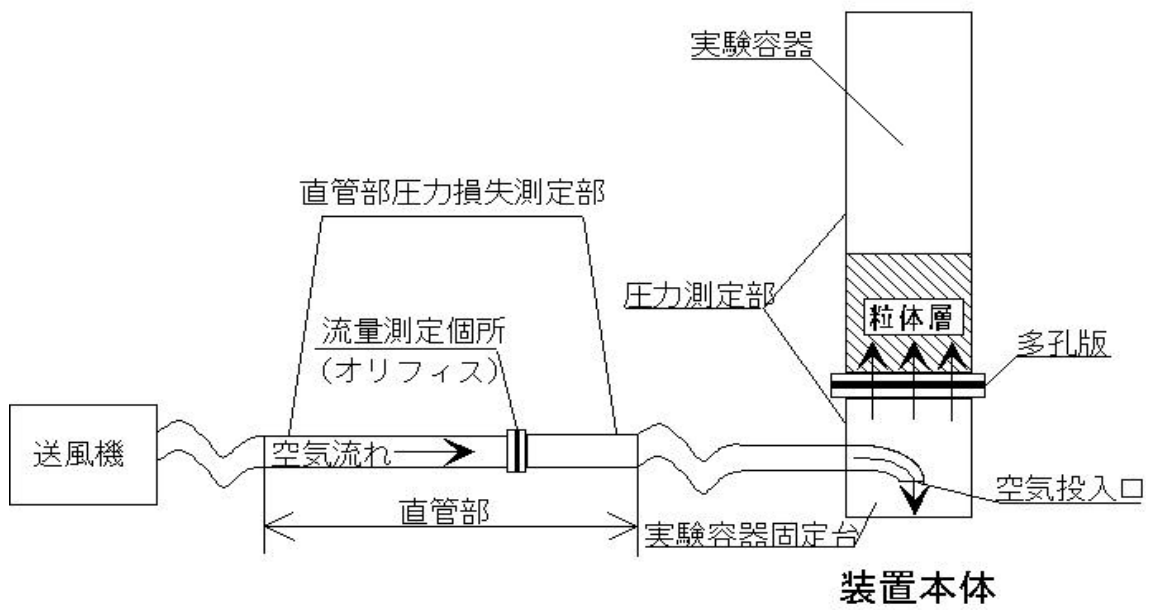


図1 流動化式基本実験装置

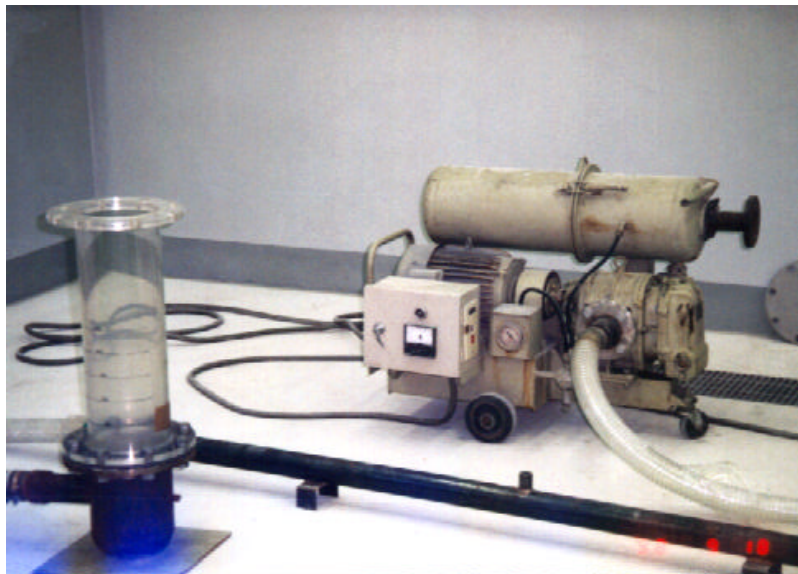


写真1 流動化式基本実験装置

評価	粒子名	形状・寸法 mm	ブロウ動力	摩擦効果	肌の感触
×	ポリプロピレン	円盤 4.0 × 2.0	小	不良	肌に付着
	ポリスチレン	球 4.0	中	最良	良好
	セラミック	球 4.5	大	良好	不良
	セラミック	円柱 4.5 × 6.0	大	不良	不良
	セラミック	球 1.7	小	良好	不良
	セラミック	球 3.5	大	良好	不良
	アルミナ	球 3.0	大	良好	良好

表2 粒子流動化基本実験の結果

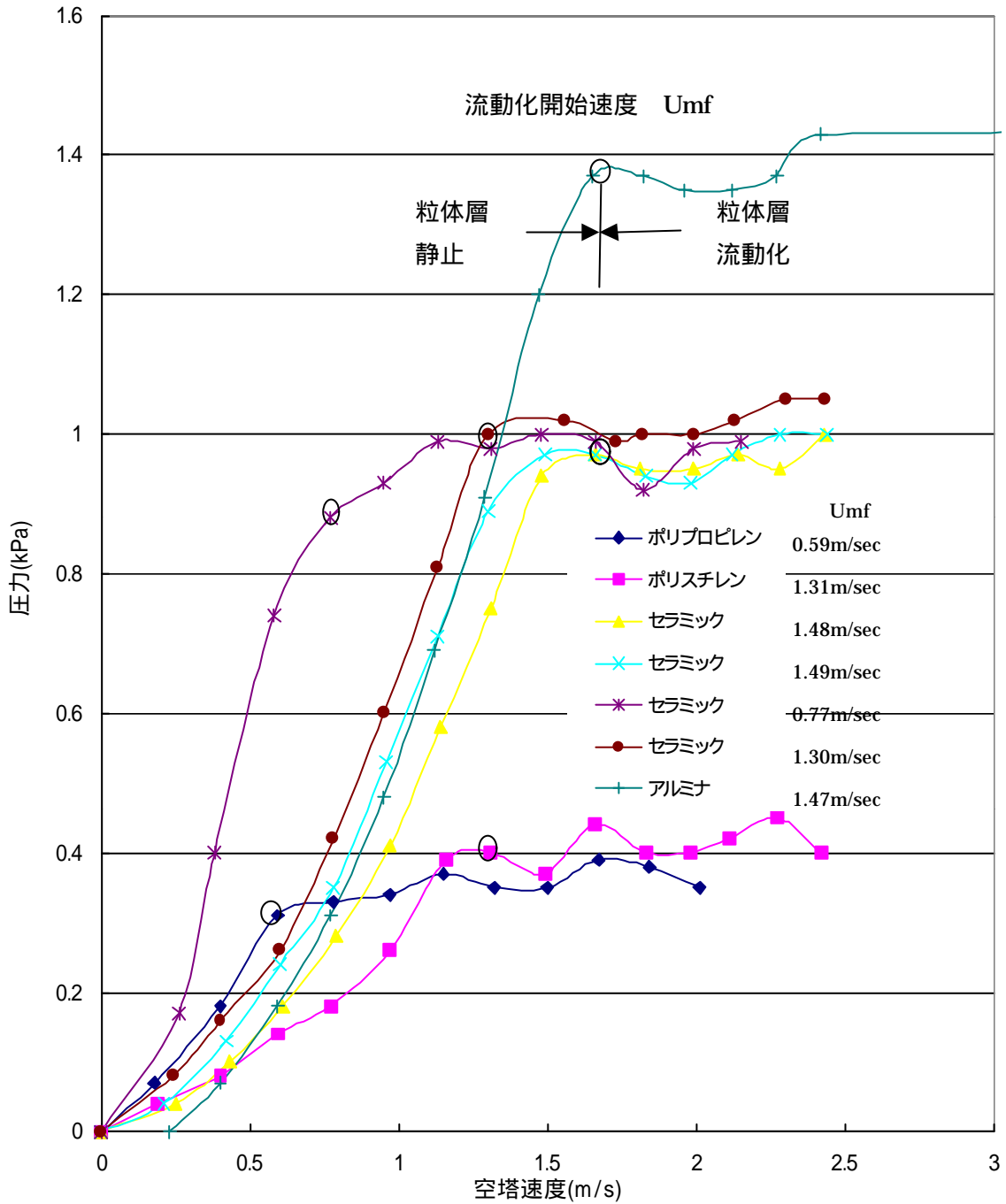


図2 空塔速度と粒子層の圧力損失との関係 (粒子層高さ L=65mm の場合)

2.2 半割浴槽模型による可視化実験

流動層浴槽の内部の人体周りにおける粒体の流動化状態を調べるために、実物大の浴槽を真ん中から縦方向に半割した透明アクリル樹脂製の模型(以後半割模型と言う)を制作した。この模型の中に半割したマネキンを設置した模型を制作した。ポリスチレン粒体を充填し、半割模型の底部から常温空気を吹き上げてこの粒子充填層を流動化させた。この実験によって、粒体流動層の中で粒体が人体にどのように接触し、人体の洗浄にどのように寄与するかについて、粒体の流動性から調べた。また、省エネルギーの観点から、半割模型内の粒体の量を極端に減らし、少量の粒体を空気噴流に乗せて高速で人体に吹き付ける場合(以後噴流化方式と言う)における空気の噴出方法と粒子の挙動についても実験を行って調べた。

2.2.1 流動化方式

半割模型容器の底部に多孔質版を設置し、この上に供試粒体のポリスチレン粒子を充填高さ 600mm まで入れた。空気はこの多孔質版および粒体層を通過して上方から大気中に放出された。結果を示せば写真 3 の通りで、人体の肌と粒体との接触は人体の付け根(股)や脇の下までほぼ一様に行われることが明らかになった。しかし、半割模型内の全粒体を同時に流動化させなければならないので、ブロワの所要動力がかなり大きくなる。このブロワの所要動力を低減させる目的で噴流化実験を実施した。

2.2.2 噴流化方式

半割模型内の粒体量を極端に少なくし、半割模型の底部の一部のみから空気を高さで吹き上げ、その噴出口へ粒体を導くための傾斜板を設置した。(図 3 参照)この空気噴流に粒体を乗せてマネキンに衝突させた。なお、粒体の浴槽外への飛び出しを防止するために、マネキンの首の位置に水平に網を張った。実験の結果を示せば写真 4 の通りで、マネキンの下部では粒体が高速で当たるので粒体とマネキンと接触効果は大きい。マネキンの上部では網に衝突した粒体が当たるだけでマネキンへの接触効果が弱い。そのため粒体を浴槽の側部または上部からも吹き上げさせるか、洗浄効果の高い粒体を選定する必要があることが分かった。

2.2.3 流動化方式と噴流化方式の比較

流動層方式の場合、浴槽底部に多孔質版を設置し、底部全体から空気を吹き上げるため、平均空気速度が小さくなり、粒体の跳躍の程度が小さい。したがって、粒体をバストの位置まで充填する必要がある。しかし、粒体層の内部で粒体が激しく攪拌・混合されるので、非常に強力な洗浄・マッサージ効果が得られることが考えられる。

一方、浴槽底面の一部スリットから空気を吹き上げる噴流化方式の場合、空気供給量が少なくても空気噴出口付近の空気速度が大きくなり、粒体は大きく跳躍する。したがって、粒体の充填量が少なくても粒体が全身に当たる。しかし、粒体が人体に激しく衝突するので、マッサージ効果は期待できるが、粒体と人体の摩擦頻度が流動化式に比して、小さくなる。これらの実験結果を総合的に比較した結果、次の点を重視して以後は、噴流化方式洗浄・入浴装置の研究開発を中心に進めることにした。

供給空気の圧力、風量とも小さくてよいので、ブロワの消費電力が小さくなる。これは、半割浴槽装置での、流動層(粒子静止充填層高さ 600mm)と噴流層(粒子量 4L)の空塔速度と圧力損失の関係を示した図 4 から、流動層は噴流層と比べ圧力損失の値が大きいことから分かる。

粒子の量が少なくすすむため、粒子の費用、洗浄・消毒費用が小さくなる。



写真 2 半割浴槽実験装置

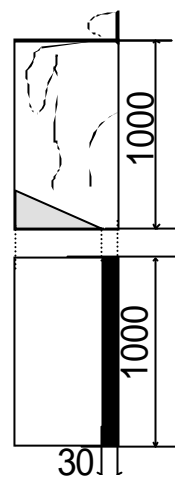


図 3 半割浴槽実験装置の概略図

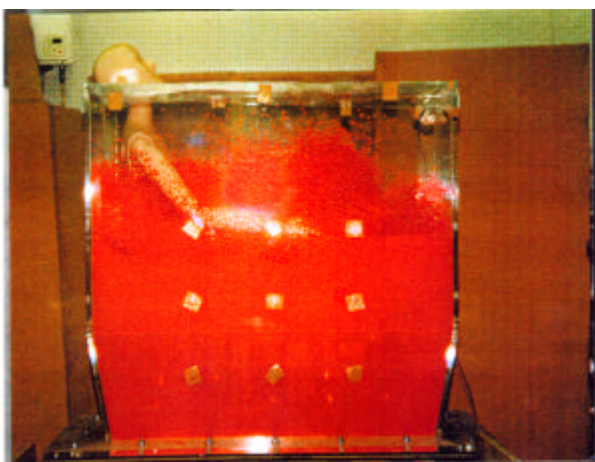


写真 3 流動層ポリスチレン

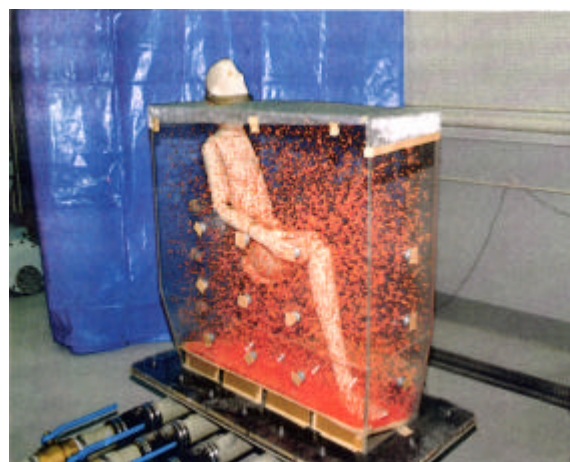


写真 4 噴流層ポリスチレン

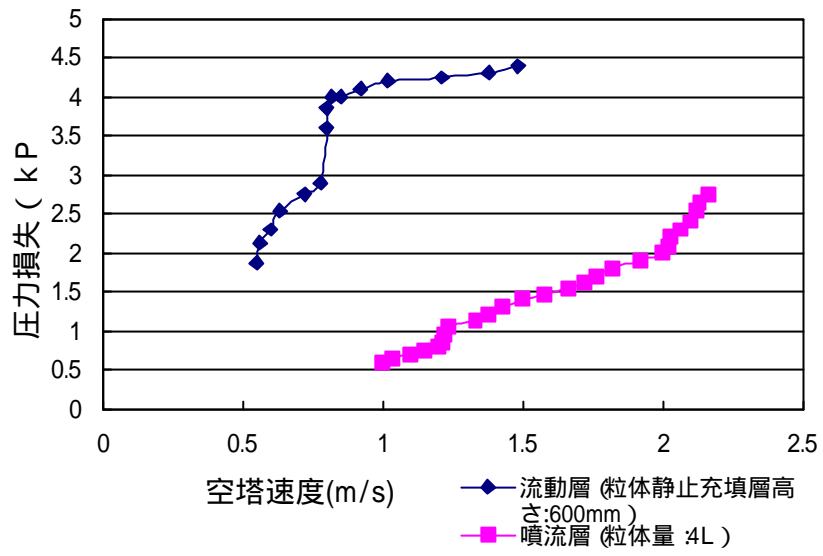


図4 流動層と噴流層の空塔速度と圧力損失の関係

本文

3. 粒子噴流化方式における粒子選定実験

3.1 圧力損失及び噴流化状況

3.1.1 概要

人体の噴流化洗浄に適する粒子を選定するために実際に入れる大きさの噴流化洗浄実験装置を用い、8種類の粒子について常温空気による噴流化の可視化実験と官能評価及び送風機の動力測定を行った。

3.1.2 実験装置及び方法

(1) 実験装置

実験装置の概略を図5、写真5,6に示す。

送風機からの空気は、一旦バッファータンクへ供給されて流れの変動を減少させるとともに圧力回復をした後3本の配管によって実験浴槽部へ送られる。流動層方式は、この空気がそのまま実験浴槽内に流れ、充填された粒子を吹き上げ、粒子の流動化により実験浴槽内の人体を洗浄する。噴流化方式は、実験浴槽部へ送られた空気は、底部に設けられたスリットを通して上向きに高速で噴出される。この高速空気によって実験浴槽の内部に充填された粒子が吹き上げられる。この吹き上げられた粒子が実験浴槽内の人体に衝突して人体の洗浄を行う。

浴槽

浴槽サイズ 600mm × 1000mm × 600mm

噴出口面積(スリット面積) 40000mm²

送風機

無負荷時最大風速 60.2m³/min

最大スリット速度 25m/sec

最大空塔速度 1.5m/sec

(2) 粒子

粒子の種類

実験の候補にあげた粒子は、洗浄効果や粒子使用後の廃棄処理にあたり環境対策の面で問題の無いゲル粒子を主体とした。但し、先に行った透明半割浴槽模型での噴流化実験の結果が良好であったポリスチレンの粒子(直径6mm、高比重約0.6、球体)についてもゲル粒子の噴流化状況との比較のために実験を行った。実験に用いた粒子を示せば表3のとおりである。

粒子の量

先に行った透明半割浴槽模型での実験で、目視による判断で2Lでの噴流化状況が良好であったため、浴槽体積が2倍となる本実験では粒子量を4Lとする。

(3) 試験方法

計測

実験浴槽への供給空気量(実験浴槽内水平断面における平均空気速度すなわち空塔速度)と、その際の実験浴槽における圧力損失を求めて、これらの値から噴流化洗浄に必要な動力を求める。各計測データは、計算ソフト、ダーウィン DA100 により A/D 変換(A/D 積分)後測定データとして取り込み、演算処理し求める物理量に変換、記録する。実験に用いた圧力計、温度計の機種、メーカーは以下のとおりである。

流量計	機種	メーカー
圧力計	GC デジタル微差圧計	長野計器
温度計	RN31 2	YOKOGAWA

3.1.3 結果

- (1) 供試粒体の噴流化状況を写真 7~12 に示す。噴流化状況をまとめたものを表 4 に示す。
- (2) 供試粒体を噴流化したときの実験浴槽内の空塔速度と吐出圧力との関係を図 6~14 に示す。

また、粒体を投入しない場合の実験浴槽の圧力損失を図 15 に示す。さらに、粒子による圧力損失の比較のため、流動層式実験装置(スリット無し)でのポリスチレン粒子 170L を流動化させた時の実験装置内の空塔速度、圧力損失との関係を図 16 に示す。また、粒体を投入しない場合の流動層式実験装置内の空塔速度、圧力損失との関係を図 17 に示す。

3.1.4 考察

- (1) 図 6~14,16 を合わせた図 18 から各粒子とも比重差、形状差はあるものの、粒子量 4L 前後では、流動層式のポリスチレン粒子 170L と比べ空塔速度に対する圧力損失の増加は、一定値となっている。また、粒体を混入した場合の圧力損失が、粒子無しの場合の圧力損失に比べ圧力の上昇の仕方に、ほとんど差が無かったことから、粒子による圧力損失は、粒子無しの装置圧力損失に 0.5kPa を計上することでほとんど無視できることが分かった。
- (2) 表 2 に示したように、粒子の間に粘着力が大きいものは、粒子同士の付着によって粒子の安息角が大きくなり、実験装置の噴出口へ粒子を導く傾斜板の角度を大きくする必要がある。さらに、浴槽内壁面への付着も確認でき、粒子の回収に困難をきたす。
- (3) 今回の実験に使用したゲル粒子は比重を約 1 程度にする為バリウム、酸化チタン、石英を混入したものが主であった。理由は、先の実験で比重の軽い粒子ほど噴流化状況は同一送風機で良好であったが、肌への官能評価では衝撃が小さく良好ではなかった。反対に比重の重い粒子は、官能評価的には良好であったが、粒子の噴流化の際に吹き上がる高さが小さく、身体の上半身まで粒子が到達しないことが明らかになった。しかし比重 1 のポリスチレンの粒子は非常に良好な官能評価が得られると共に噴流化状況も、粒子が高く吹き上がり良好であった。ポリスチレンの形状は

球体で剛体に近く、ゲルが円柱形で弾性体であることを考えるとゲルの比重を 1 に近づけても同一の噴流化状況が得られる可能性は現状のままでは小さいが、ゲル粒子が最終的に球形に近い形で成形できる事と、比重を自由に変える事が可能なことから、ゲル粒子を比重 1 に近づけて試みた。

以上の考察をもとにして実験結果を比較すると、石英を含有させたゲル 10%発砲性の粒子の場合には粘着力が無いため、安息角が小さく噴流化状況も良好であった。

3.1.5 結果

上記の考察から、粒子は石英を含有するゲル(IC30)の発砲体に決定した。

装置は、最大スリット速度 25m/sec、最大空塔速度 1.5m/sec を満足させる気体流量を持つ送風機と、気体噴出口を有した洗浄装置であれば、身体周りの噴流化洗浄を確保できると考えられる。

3.2 粒子選定実験

3.2.1 概要

噴流中の粒子分布を調査することで、粒子の噴流化状況を明確にした。そして、半割浴槽模型を現在開発中の節水型自動身体洗浄装置(以後新浴槽)の、排気口形状と排気口付近平均風速を類似させ、粒子が排気口に付着するかを調査した。この二つの実験調査の結果から、噴流化洗浄に適した粒子を選定する。

3.2.2 実験装置

(1) 噴流中の粒子分布測定

実験装置の概略を図 19、写真 16 に示す。インバータ電源 につながれた静圧 34.3kPa のルーツプロア により供給された空気は内径 50mm の塩化ビニルパイプを通り、オリフィス流量計 (JIS Z8762 の D・D/2 タイプ)を通過後、厚さ 32mm の鉄定盤 の上に設置された幅 600mm、高さ 250mm、奥行き 1600mm のバッファータンク に導かれる。バッファータンク上面には終端部を設けてある。その上に浴槽底板に見立てた 50 × 150mm、厚さ 30mm のアルミニウム板で開口部を密閉し、その中央部に幅 10mm(D)、長さ 150mm のスリットを設けてノズル とした。空気はノズルから上方の大気中に噴出させる。浴槽底板に見立てたアルミニウム板の上に 235 × 150mm、傾斜角 22.5 度の傾斜板をノズル端面より 10mm の平面部分を設けて固定した。平面部分は粒子を噴流へ垂直に突入させるために設けた。

バッファータンク内には拡大部直後に整流を目的とした金網を 3 ヶ所に設けた。またノズル上流側 150mm の位置に設けた温度計 でノズルに流入する空気温度を測定した。

ノズルの断面形状は、空気の入り口側にノズル出口での空気速度を一定にするために R=6mm の丸みを付け、下面には粒子のバッファータンクへの落下防止のために 20 メッシュの(線形 0.3mm、線間隔 1.3mm)の金網を設けた。ノズル長手方向の両端には噴流の広がりを押さえて 2 次元噴流になるように、幅 500mm、高さ 1000mm の壁面を透

明アクリル板で設けた。他の2面は10メッシュの金網で覆い、空気の出入りを自由として噴流の偏向を防止した。

座標軸の概要を図20に示す。座標軸は噴流主流方向をY軸、噴流断面方向をX軸、ノズル長手方向をZ軸とし、ノズル上面、スリット幅の中心を原点とした。

流量調整はインバータの周波数で行い、ノズル出口の流速 V_0 は $Y=10\text{mm}$ の位置での速度とし62.5Hzで $V_0=30\text{m/sec}$ を得た。レイノルズ数： $Re=19400$ である。

(2) 排気口付着検証実験

実験装置を写真17、概要図を図21に示す。実物大の浴槽を真ん中から縦方向に半割した高さ1000mm、長さ1105mm、幅355mmの透明アクリル樹脂製の模型（以後半割浴槽模型と言う）の中に半割したマネキンを設置した模型を制作した。その他の浴槽形状は新浴槽の寸法を参考に製作した。新浴槽の概要図は図22に示す。新浴槽の洗浄層寸法は幅760mm、長さ1150mm、高さ950mm。スリット寸法は幅50mm、長さ906mmで、噴出し口勾配は幅方向40度、長さ方向68度である。そして、排気口寸法は幅77mm長さ684mmである。よって半割浴槽模型の浴槽底部には、幅25mm長さ845mmのスリットを設け、噴出し口勾配は幅方向40度、長さ方向68度である。半割浴槽模型の上端全面に粒体飛散防止のために10メッシュの金網をかぶせ、排気口形状はその上に幅77×684mmの大きさの排気口を設ける様に厚さ5mmの板で覆った。写真17参照

流量測定は、エアダクトにつながれた、ウエットマスター社製のニューエアロアイ(AE250A)を用いた。流量の計算式は

$$Q = A \times r \times \sqrt{\frac{2}{\rho} \times VP}$$

Q =管路の流量(m^3/sec), r =空気の密度($=1.20\text{kg}/\text{m}^3, 20^\circ\text{C}, 1$ 気圧時)

=センサー係数(ニューエアロアイのサイズ別固有係数=0.84)

VP =差圧 全圧-静圧 (Pa)

である。差圧はマノスターゲージ(0-100Pa, 0-300Pa)で測定した。

(3) 粒体

今回使用された粒体は、石英を含有させたゲル発砲体を基本とした。成形方法は、65mmの押出機によって押出されたゲルを水中カッターでカットし、水の圧力により、角に丸みを持たせた円筒形に成形した(写真18参照)ものである。No.0は、成形方法は同様であるが、平均粒形が直径5.9mm、長さ5.8mmの角に丸みを持たせた円筒形ある。ここで使用した粒体は上記成形法で同様に成形された、7種類でその概要を表5に示す。これらは、比重調整のため、フィーラー(石英)、発泡剤を変更させている。

3.2.3 実験方法及び結果

(1) 噴流中の粒体分布

$Y=200\text{mm}, 400\text{mm}$ での粒体の個数分布を調べた。粒体量は400個とした。個数分布測定は直径12mmの小型ロードセルを丸棒の端面に接着してX方向に12mmピッチで

測定した。トリガー0.459N、サンプリングタイム 200 μ s として 6.553 秒間の衝突回数を求めた。粒子の衝突回数をロードセルの面積と測定時間で割ったものを平均個数 N_c とした。

結果は、粒子 No.0,3~7 までの噴流化状況を写真 19~24 に示す。また、粒子 No.0,3~7 までの $Y=200\text{mm}, 400\text{mm}$ の粒子分布を図 23~28 に示す。粒子 No.0,3~7 までの $Y=200\text{mm}$ の粒子分布を図 29 に示す。粒子 No.0,3~7 までの $Y=400\text{mm}$ の粒子分布を図 30 に示す。粒子 No.8 については、粘性が強く、傾斜板に張り付くため粒子分布の計測は行わなかったが、粒子の量を 200 個に減らした場合の噴流化状況を示せば、写真 25 である。

(2) 排気口付着検証実験

入浴、洗浄装置の噴流化洗浄が 3 分間をであるため、今回の実験では、空気を流し 2 分後の排気口をビデオカメラで記録する。その際、噴流化状態の比較も目視にて行った。

流量は、新浴槽のレイノルズ数を参考とし求めた。計算式は以下の通りである。

$$Re = \frac{\rho u L}{\mu}$$

Re =レイノルズ数, ρ =空気密度($=1.2\text{kg/m}^3$), u =スリット速度(m/sec)

L =代表長さ(m), μ =粘性係数($\text{kg} \cdot \text{sec/m}^2$)

半割浴槽模型の代表長さは 0.865mm、新浴槽の代表長さは 0.906mm で、どちらもスリット長さとなっている。流量検討表を表 6 に示す。

結果は、粒子 No.0,3~8 までの排気口を写真 25~31 に示す。

3.2.4 考察

- (1) 各粒子の粒子分布から噴流化状況を判断すると、一番粒子分布の良いのは、No.3 と No.5 であり、分布も良く類似している。この二つの粒子の高比重にはほとんど差がないということが原因であることが分かった。そして、粒子 No.0 と 4 では、高比重が少ないにもかかわらず、粒子が吹き上がっていない結果が得られたことから、粒子にはある程度の比重が必要であることが分かった。このことは、半割浴槽模型で実際に噴流化状況を観察した時、No.3 と 4 の一部の粒子が浴槽内で浮遊したままスリット(噴出し口)へ戻ってこないことが確認できたことから明らかになった。
- (2) 図 30 から、粒子の噴流状況が一番良好であったのは、粒子 No.5 であったが、排気口付着検証実験の写真 29 では、粒子が排気口に付着することで、浴槽内の飛散する粒子量が減る。したがって新装置のような排気口を有する装置の実際の粒子分布は、実験値より小さいことが予想される。同時に、排気口に付着していない粒子 No.6, No.7 では、粒子分布において、新装置の浴槽内の粒子分布と、実験値の粒子分布の差が少ないことが考えられる。
- (3) 排気口付着検証実験の結果が良好であった粒子 No.6 と No.7 をまず噴流中の粒子分布測定実験で比較すると、No.6 の粒子は、非常に良い粒子分布を示している。これは、

比重が No.6 の方が軽いためである。しかし、排気口付着検証実験での結果からは、No.7 の方が良いことが分かる。さらに、実際の浴槽内には水が入る事や、温度上昇のため粒体の粘性が上がる事など、噴流化状況を変化させる多くの要因があるためどちらの粒体により適しているかを判断することは難しい。

3.2.5 結論

噴流化式人体洗浄用の粒体は、粒体 No.6 と No.7 を候補とする。

4. 粒体噴流化式実機型試験機による官能評価実験(一回目、二回目)

入浴洗浄を連続的・自動的に行うことのできる実機型試作機を製作した。実験装置を図 31、写真 32,33 に示す。また、装置システムのブロック図を図 32 に示す。本装置の製作の目的は、課題点を抽出してトライ & エラー方式で装置を改善すると共にイメージアップのために市場のニーズを収集し、装置へフィードバックし、商品として受け入れられる装置にするための試作機である。

4.1.1 概要

実機型試作機を用いた洗浄官能評価を、数名の被験者を用いてアンケート形式で感想を集計し、まとめを行い、本装置の課題点の抽出を行った。同様の方法で二回試験を行った。二回目の官能評価実験は一回目の課題点の改善を実施した後に行ったものである。

4.1.2 実験装置

(1) 実験装置は実機型試験機を用いる。洗浄フローを表 7 に示す。

一回目の入浴洗浄フローの時間操作を表 8 に示す。

二回目の入浴洗浄フローの時間操作を表 9~11 に示す。二回目の時間的制御は、一回目の結果から浴槽内温度の一定を最重要視し、被験者のアンケート結果と浴槽内温度を参考にして作成したものである。

(2) 方法

アンケートは添付(別紙 1)で行った。

複数の被験者に装置に入ってもらい、洗浄直後にアンケートに記入してもらい結果をまとめる。また、同時に各過程と全体の評点の集計も実施する。評価の基準は(別紙 1)の右上に示す。一回目の被験者数は 8 名、二回目の被験者数は 12 名である。

4.3.3 結果

(1) 洗浄フローの各過程での評価の集計結果の一回目を図 33、二回目を図 34 に示す。

これは、アンケート結果による、各過程毎の良し・悪しの件数をグラフ化したものである。

(2) 評点のまとめの一回目を図 5、二回目を図 6 に示す。

(3) 一回目・二回目のアンケート項目“一番悪かったこと”をまとめたものを図 7 に示す。

4.3.4 考察

(1) 一回目

- ・ 図 33 より噴流化洗浄に関しては、良いの件数が悪いの件数を上回っている。これは、本装置の従来の洗浄方法と異なり、粒体で身体を洗浄するという画期的な方法(粒体噴流化洗浄)が、完全に否定されていないことを意味している。この点は重要な点として評価される。
- ・ 粒体回収、身体乾燥が官能的に非常に悪かった。理由としてまず粒体回収では、回収方法が掃除機による吸引式であるため浴槽内空気が吸引され外気が流入する。このことで浴槽内温度低下により被験者が寒く感じるためである。また身体乾燥は、ヒーターのみの温風であるため、温度調整が難しく暑く感じる被験者や寒く感じる被験者がおり、結果的に官能評価は悪い。上記二つの評価理由は、浴槽内温度の変動で一致している。したがって、本装置は浴槽内温度を一定にすることが最重要課題であることが分かった。
- ・ 図 35 より、各被験者の洗浄各過程での評点の平均値の平均値を取ると 3.4 であるが、各被験者の全体の評点を被験者全体で平均した平均値は 3.7 でありこの方が高い。これは本装置で洗浄し終わった時の印象は各洗浄過程での印象を重ね合わせたものより良いことを示している。言い換えれば、人の好みは非線形的であることを示している。粒体回収、身体乾燥の平均値が低いにもかかわらず、全体の評価の平均値が高かったのは、各過程を連続的に行ったことによって各過程単独の印象がうすれ、それが全体の評価が良い方向へと働いた。

(2) 二回目

- ・ 図 34,36 では、一回目と同じことが明らかとなった。
- ・ 身体乾燥の一回目と二回目の評価を比べると、非常に良い結果が得られた。これは、前回不評であった粒体回収をシャワーのお湯で押し流して行ったため、浴槽内温度を低下させずにシャワーでの温熱をそのまま身体乾燥へ移行させることができた結果である。しかし、この方式においても、被験者の中には身体乾燥を良く思わなかった意見がある。これは風を少し感じる程度の微風でも、浴槽内温度が十分上昇しているにもかかわらず身体表面の水分の気化潜熱により寒く感じるためである。したがって送風式の身体乾燥では良い官能評価を得ることは難しい。
- ・ 図 37 の一番件数の多かった浴槽内は特に椅子についてである。理由として椅子の背もたれ角度が 90 度でありリラックスできないことや、足置き場が座面前端の真下にあるため窮屈な姿勢になってしまうなどであった。また椅子以外に、浴槽内が狭いことや体だけ浴槽内へ閉じ込められるため恐怖感があるという意見があ

った。したがって、被験者がリラックスできるような椅子形状、浴槽内寸法の変更が必要であり、入浴洗浄装置に対し安心感を与えられるような改善も行わなければならない。

4.3.5 結論

- ・ 入浴・洗浄装置では、温度制御が重要となる。(浴槽内温度を一定にする)
- ・ 本装置での被入浴・洗浄者の心理を考え、従来の入浴と同等のリラックス感を確保する。

5. 実証試験装置機製作への基本実験

特別老人養護施設『やまだ荘』のご協力により実際に被介護者の方に入浴して頂くことになり、今までの実験の課題点を改善し、老人の方が安心して入浴を行える装置を開発するための実験を行った。

5.1 洗浄層内椅子形状決定実験

5.1.1 概要

浴槽内に入り洗浄を行う際、粒の飛散を防止するために浴槽を密閉する。そのため、被洗浄者は浴槽内に閉じ込められ圧迫感を受け、リラックスした状態で洗浄を受けることが困難である。しかし、リラックスできる椅子に座ることができれば装置からの圧迫感が軽減できると考えられる。したがって、入槽時の姿勢を検討し、それを基に椅子形状及び洗浄槽内寸法を検討した。

5.1.2 実験装置及び方法

椅子形状

- ・ やまだ荘殿で使用されている車椅子をベースとする。車椅子の概要図を図 38 に示す。座全幅、座高さ、足置き高さ、形状を現状のまま固定し、数名の被験者を用いて、背もたれ角度水平より 70,50,20(臥床)度の 3 水準におけるリラックス姿勢の背もたれ長さ、取っ手位置、形状を計測してデータを収集する。
- ・ 収集したデータから、寸法の参考値としてはデータの最大値を目安とする。背もたれ角度、長さ詳細に関しては、山田荘の従事介護士の方々が実際に入浴介護に適したものを、データより検討して選定する。
- ・ 被介護者の入槽姿勢を決定後、粒体の洗浄槽内噴流化状態(粒体の通り確保、粒体安息角)を考慮して洗浄槽内寸法、噴き出し口形状を決定する。

洗浄槽内寸法

- ・ 粒体噴流化に対する検討は、試作機の噴流化状況データから、スリット速度による粒体の運動エネルギーと洗浄槽高さの相関を求めた。式は

$$\alpha g(H_1+H_2) = \frac{1}{2} V^2$$

：相関係数, g : 重力加速度(9.8m/s²), H₁ : 浴槽部高さ(1.17m)

H_2 : 噴出部高さ(0.43m), V : スリット速度(25m/s)

である。この式より相関関数 $= 19.9$ となる。

洗浄槽必要高さに対してスリット速度が確保できる様入浴姿勢の前後長さを考慮してスリット長さ、幅を決定した。但し、送風機送風容量が $60\text{m}^3/\text{min}$ を越えない様に設定する。

算出例を示せば以下の通りである。

スリット幅 0.05m、風量： $Q=60\text{m}^3/\text{min}$ としたスリット速度 V は

$$V = \sqrt{2\alpha g(H_1 + H_2)}$$

H_1 : 0.950m 入層姿勢検討より得られた結果, H_2 : 0.298

従がって $V=22.06\text{m/s}$

そして、スリット長さ L_2 は

$$L_2 = Q / (VW_2)$$

W_2 : スリット幅(0.05m)

従がって $L_2=0.906\text{m}$ となる。

- ・ 噴き出し口勾配は、球状ゲル粒体(6)の安息角 20 度の 2 倍にあたる 40 度とした。但し、使用粒体量が 4L 前後の場合のみ有効である。
- ・ 洗浄層内寸法は、現状試作機の噴流化状況データから粒体の通りを考慮して、入槽姿勢の前後長さに 30mm、椅子全幅に 160mm(片側 80mm)加算して、高さはそのままとして決定した。

5.1.3 結果

- (1) 姿勢測定データを図 39 ~ 41 に示す。
- (2) 噴流化検討データを表 12 に示す。

5.1.4 結論

入層姿勢：長さ 1120mm、高さ 950mm、腕置き高さ 750mm、背もたれ角度 70° 、背もたれ長さ 430mm。

椅子形状：概要の寸法は山田荘殿にある椅子と基本的に同じであるが、背もたれ角度を 70 度で長さを 430mm、腕置き高さを 75mm、内側に 20 度入りこみ背もたれ側の幅を 600mm、足置き側の幅を 500mm とした。概略を図 42 に示す。

洗浄層内寸法：噴き出し口寸法(mm)：760(幅) × 1150(長さ) × 298(高さ)

スリット幅 50mm 噴出し口勾配 幅方向 40 度

スリット長さ 906mm 長さ方向 68 度

洗浄部：760(幅) × 1150(長さ) × 950(高さ) 概略を図 43 に示す。

5.2 シャワーノズル位置選定実験

5.2.1 概要

浴槽内寸法の変更により、全身にあたる最良なシャワーノズル位置の選定実験を行

った。

5.2.2 実験装置及び方法

上記実験の洗浄層内寸法と同じ大きさの骨組みと実機型浴槽に用いるものと同形状の椅子を作成。骨組み内に椅子及びマネキンを設置し（写真 35, 36 参照）全身にシャワーが当たるようにシャワーノズルを配置した後、実際に被験者が入り全身に満遍なくシャワーが当たっているか、寒い箇所はないかをみながらノズルの位置を選定し改善を行い確定させる。

5.2.3 実験結果

図 44,45 に示したノズル及び配管位置とする。

5.2.4 考察

今回の実験によりノズル及び配管位置が確定した。しかしながら、下記のような問題も持ち上がった。

- ・ 粒体落下用ノズルについては今ある固定型のノズルでは粒がたまる部分にノズルを近づけ、かなりの流量を用いなければ落ちないことが分かった。そのため、介護者の手を借り噴流化洗浄後に付属させたシャワーで落とす他動式で行うか、粒が溜まる部分にノズルを設け、流量を補うために別配管を設置し粒体を落下させる自動式で行うか等を検討する。
- ・ シャワーのあたり具合が悪かった背中部分に関しては、浴槽の後部がドアになっているため扉にシャワーを取り付けるのは好ましくない。そのため浴槽底部よりシャワーを当てる。
- ・ 実際に被験者が入って行った感応評価では全身にほぼ満遍なくシャワーが当たっているということが明らかとなった。しかし、足先がノズルから遠いためシャワーが当たるまでに水が冷えてしまい少し寒いという意見があるが、実際の装置では完全に密閉されていることから、前回の試作機の保温効果を考えると問題はないと思われる。

6. 結言

著者らは、粒体により人体を洗浄する装置の開発に取り組んできた。本研究により、粒体の混合・攪拌方法、必要動力、粒体、制御方針、浴槽内椅子、浴槽内寸法が確定された。これらの結果から現在実用機を特別養護老人施設“やまだ荘”に設置し実際に使用して頂いて、介護現場の意見を聞くための実証実験装置を製作中である。この実証実験による実際的な指導を受けることにより本装置を完成させる。しかし、粒形が比較的大きい噴流層の解析、粒体による洗浄効果の分析等の基礎的実験が不足している。このことは、本装置を効率良く最適値に近づけることは不可能である。したがって今後、基礎的事項を明確にし、装置システムを最適にすることで、洗浄効率の良い装置の完成やコストの削減、更に他分野への応用が可能になる事が予想される。

7. 参考文献

- [1] 中小企業総合事業団, 中小企業創造基盤技術研究事業のあらましと研究プロジェクト概要,2000/3
- [2] 中小企業総合事業団, 中小企業産学官技術交流会(研究開発支援をめざして・四国で活かそう大学のシーズ),1999/12/3
- [3] 中小企業総合事業団, 中小企業創造基盤技術研究事業のあらましと研究成果報告書,プロジェクト No.10-13,2000/3
- [4] 原田幸夫,流体力学,1976/3/31,第 19 版発行
- [5] 大槻義彦,基礎教養物理学,1997/3,改訂新版第 11 版発行

7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、御指導頂いた横川明教授、共同研究先の兼松エンジニアリング株式会社の諸氏、及び同研究室の諸氏に深い感謝の意を表します。

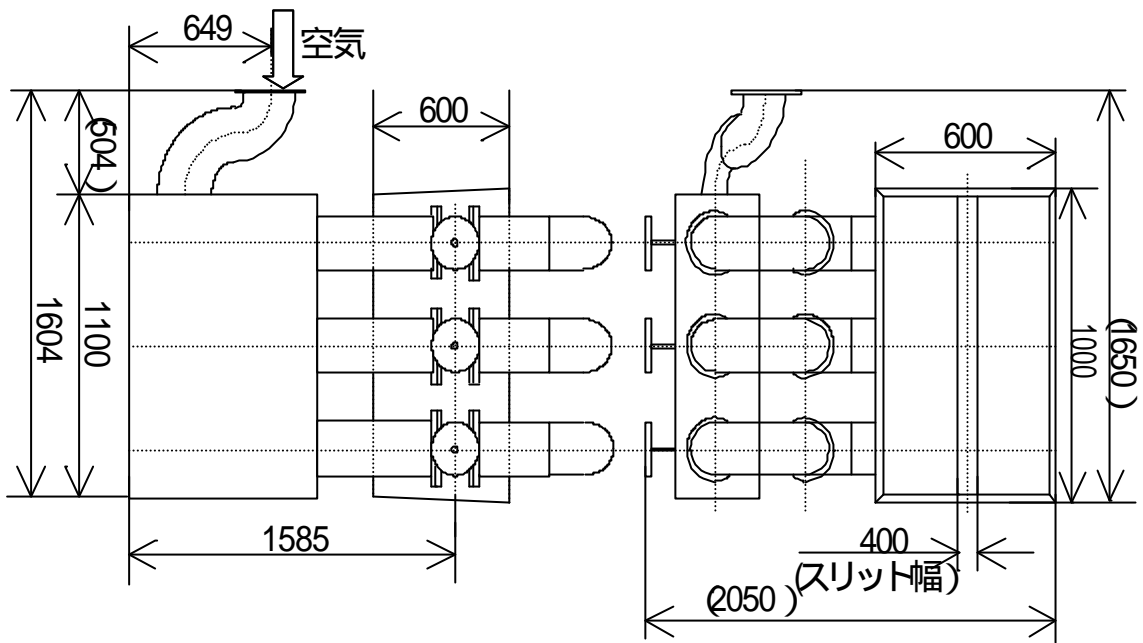


図 5 実機型実験浴槽装置概要図

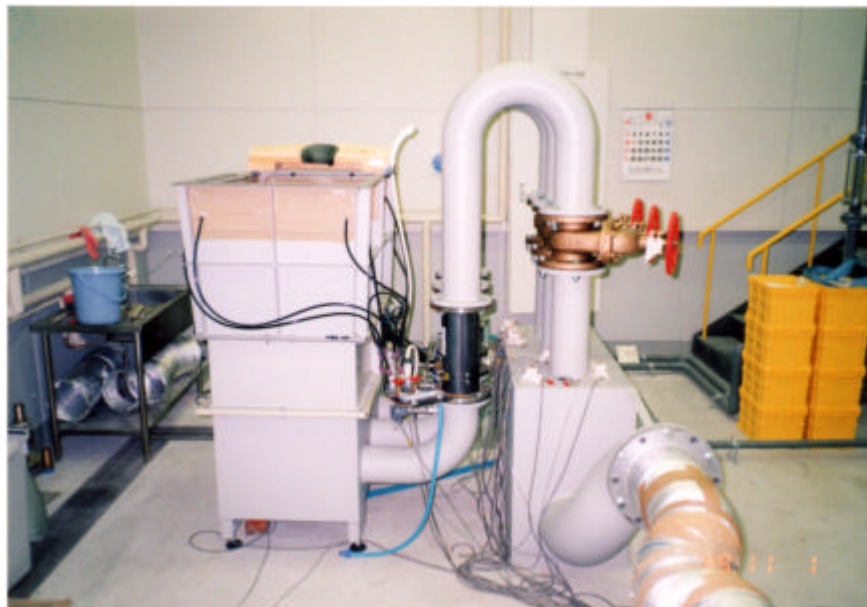


写真 5 実機型実験浴槽装置

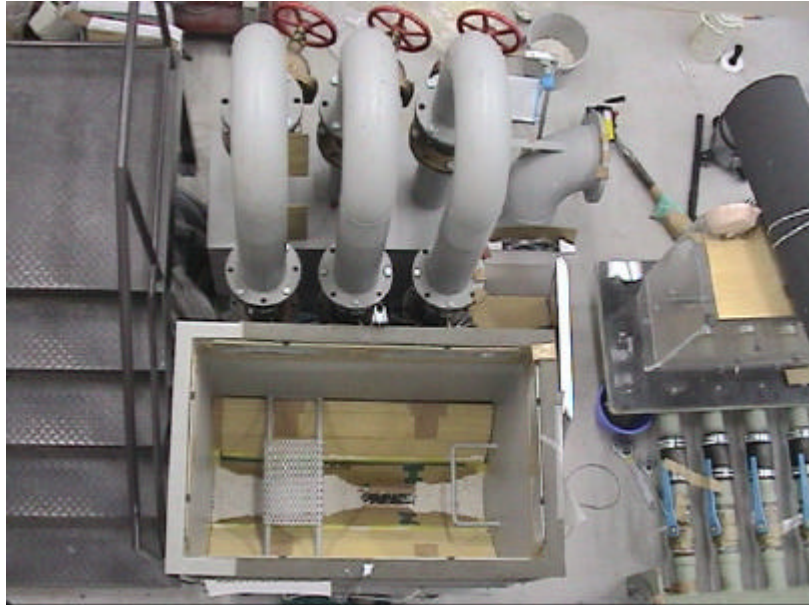


写真 6 実機型実験浴槽装置

	形状	直径	嵩比重	安息角
ゲル粒体	円筒形<10mm	5mm	395g/l	約25 °
ゲル10%発砲体	円筒形<10mm	5mm	27g/l	約27 °
酸化チタンを含有するゲル粒体	円筒形<5mm	5mm	491g/l	約27 °
酸化チタンを含有するゲル10%発砲体	円筒形<5mm	5mm	619g/l	約37 °
バリウムを含有するゲル粒体	円筒形<5mm	5mm	430g/l	約30 °
バリウムを含有するゲル10%発砲体	円筒形<5mm	5mm	613g/l	約30 °
石英を含有するゲル粒体	円筒形<5mm	5mm	488g/l	約24.5 °
石英を含有するゲル10%発砲体	円筒形<5mm	5mm	462g/l	約27 °
ポリスチレン (BB弾) 粒体	球形	6mm	602.5g/l	約6.5 °

表 4 試供粒体の物理的性質



写真7 ゲル(IC30)粒子



写真8 ゲル(IC30)10%発砲体



写真 9 ゲル(IC30)+酸化チタン

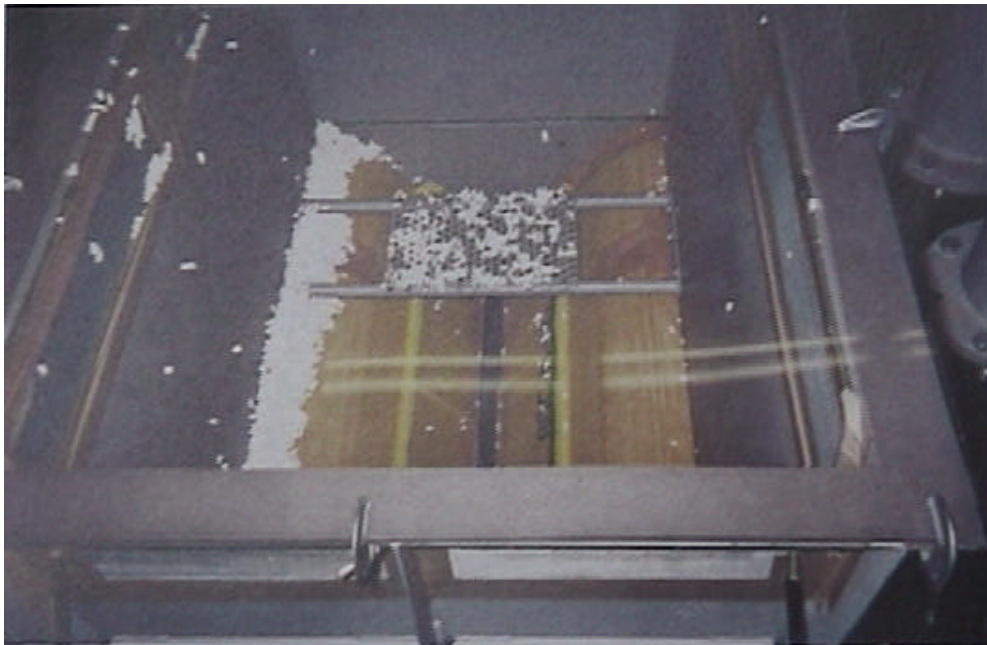


写真 10 ゲル(IC30)10%発砲体+酸化チタン



写真 11 ゲル(IC30)+バリウム



写真 12 ゲル(IC30)10%発砲体+バリウム



写真 13 ゲル(IC30)+石英



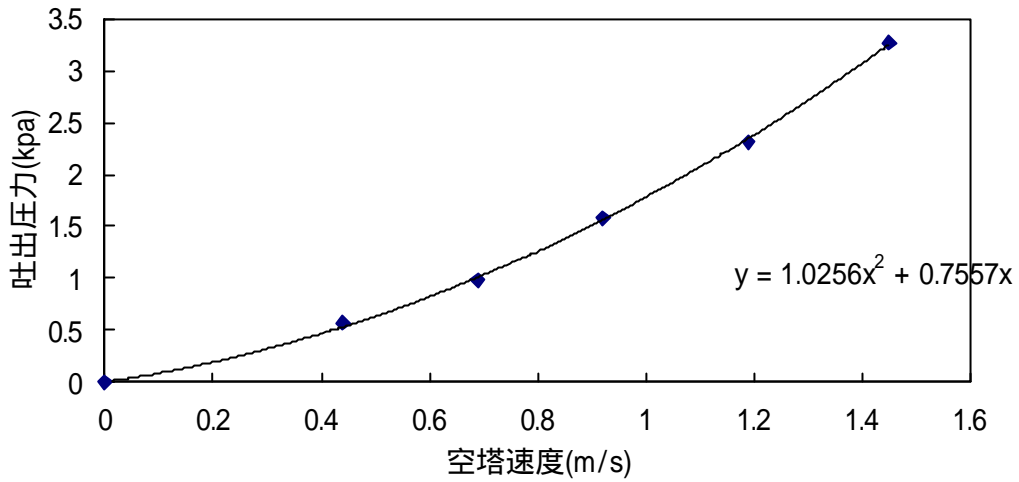
写真 14 ゲル(IC30)10%発砲体+石英



写真 15 ポリスチレン(BB 弾)粒体

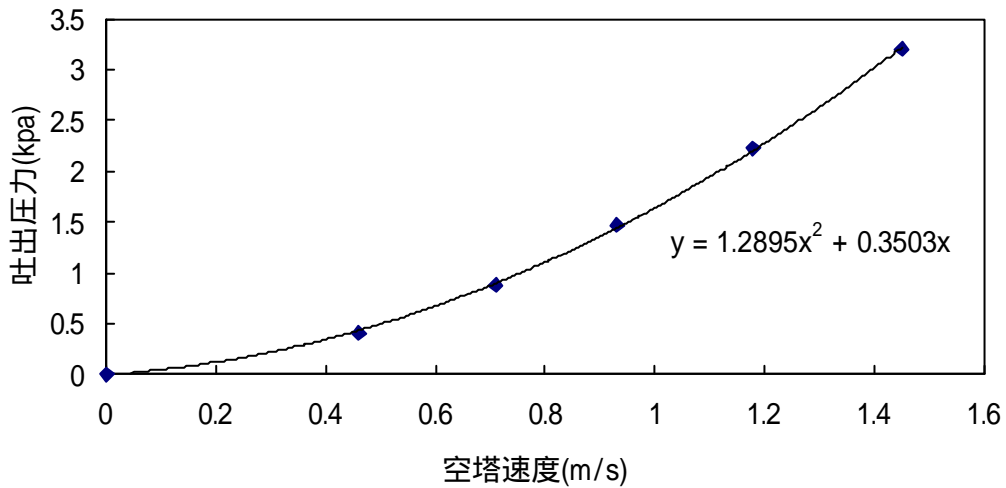
粒体(全て 4L)	噴流化 状況	感応 評価	備考
ゲル粒体		不可	
ゲル10%発砲体		不可	
酸化チタンを含有 するゲル粒体		不可	粘着力中
酸化チタンを含有 するゲル10%発砲体		不可	粘着力大
バリウムを含有 するゲル粒体		不可	粘着力大
バリウムを含有 するゲル10%発砲体		不可	粘着力大
石英を含有 するゲル粒体		不可	粘着力小
石英を含有 するゲル10%発砲体		良	
ポリスチレン (BB弾)粒体		良	参考実験

表 2 各粒体形状と噴流化状況



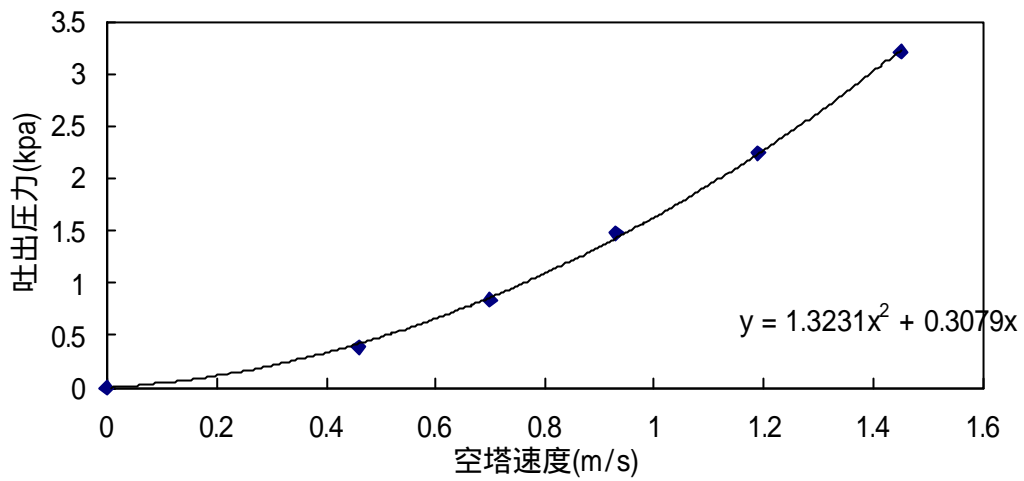
	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.44	0.69	0.92	1.19	1.45
吐出圧力(kpa)	0	0.57	0.98	1.58	2.32	3.27
スリット速度(m/s)	0	8	12	16	20	25
吹き出し直前圧力(kpa)	0	0.22	0.64	0.44	0.64	0.91

図6 ポリスチレン(BB弾)粒体での圧力損失(4L,直径6mm)



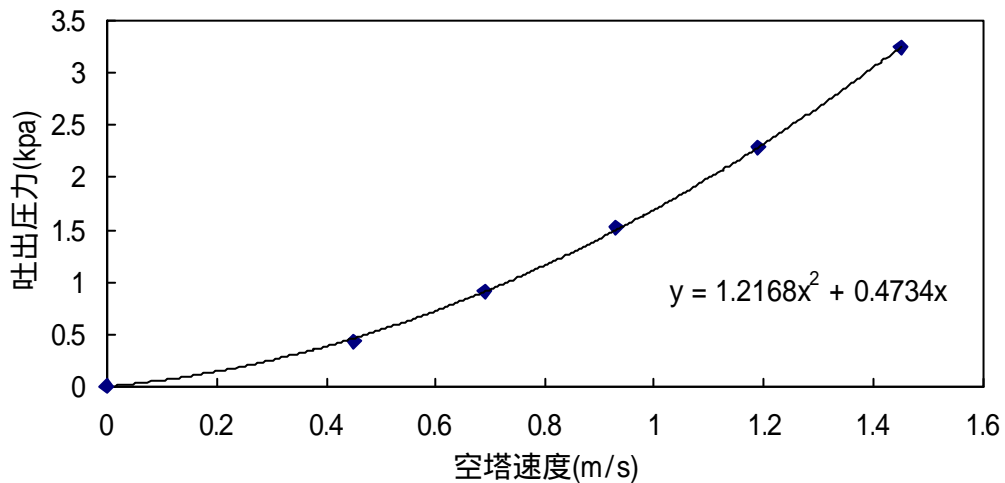
	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.46	0.71	0.93	1.18	1.45
吐出圧力(kpa)	0	0.41	0.88	1.47	2.23	3.2
スリット速度(m/s)	0	8	12	16	20	25
吹き出し直前圧力(kpa)	0	0.05	0.15	0.32	0.54	0.82

図7 ゲル(IC30)での圧力損失(4L,円筒形,直径6mm)



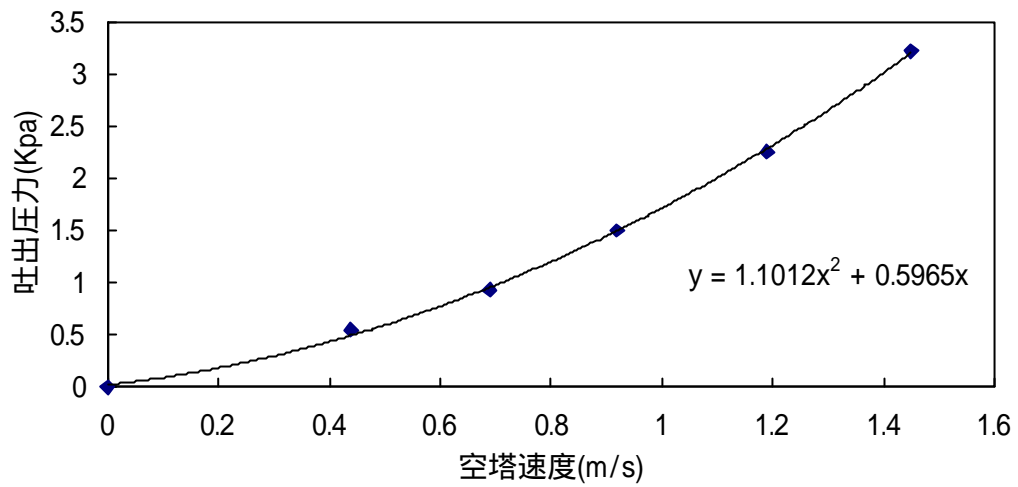
	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.46	0.7	0.93	1.19	1.45
吐出圧力(kpa)	0	0.39	0.84	1.48	2.25	3.21
スリット速度 (m / s)	0	8	12	16	20	25
吹き出し直前圧力(kpa)	0	0.02	0.15	0.32	0.55	0.83

図8 ゲル10%発泡体(IC30)での圧力損失(4L,円筒形,直径6mm)



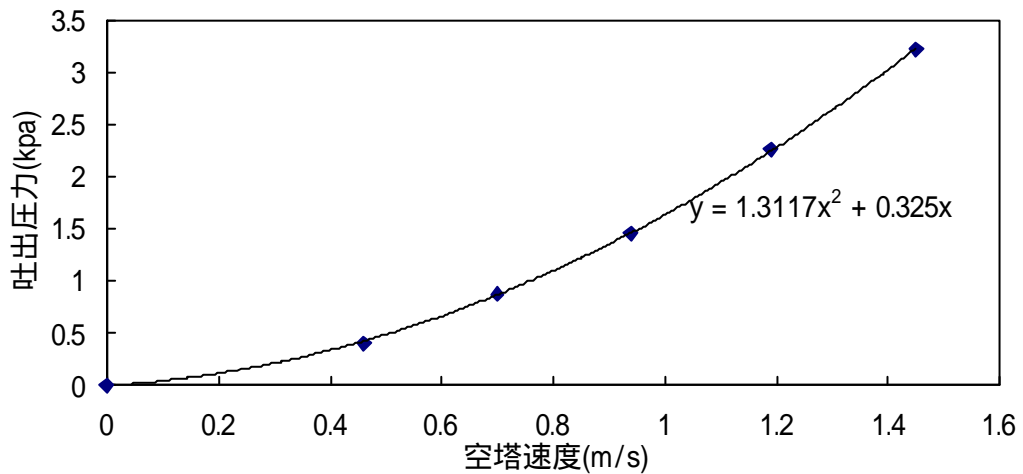
	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.45	0.69	0.93	1.19	1.45
吐出圧力(kpa)	0	0.43	0.91	1.52	2.28	3.24
スリット速度 (m / s)	0	8	12	16	20	25
吹き出し直前圧力(kpa)	0	0.04	0.15	0.32	0.55	0.83

図9 ゲル本体(IC30) + 酸化珪素での圧力損失(4L,円筒形,直径6mm)



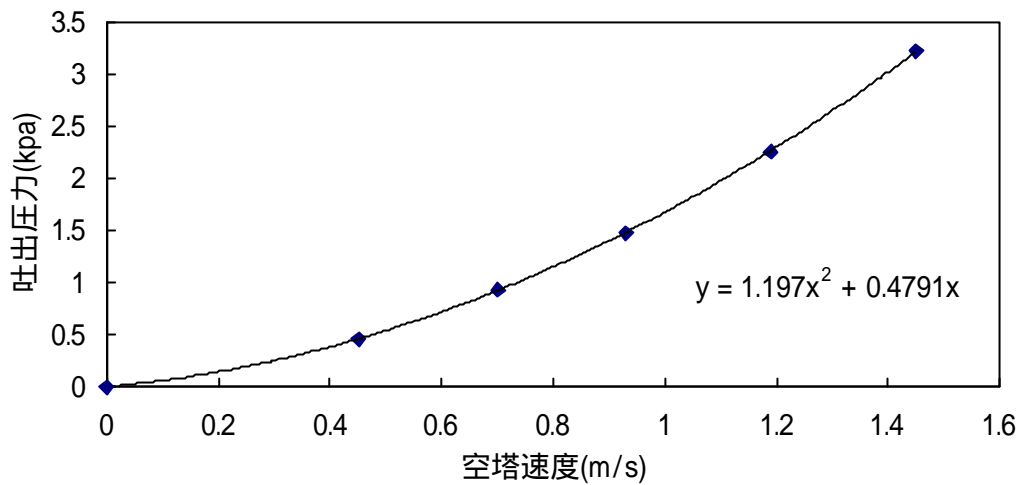
	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.44	0.69	0.92	1.19	1.45
吐出圧力(kpa)	0	0.54	0.93	1.5	2.25	3.22
スリット速度 (m / s)	0	8	12	16	20	25
吹き出し直前圧力(kpa)	0	0.17	0.21	0.34	0.54	0.8

図 10 ゲル(IC30)10%発泡体+酸化珪素での圧力損失(4L,円筒形,直径 5mm)



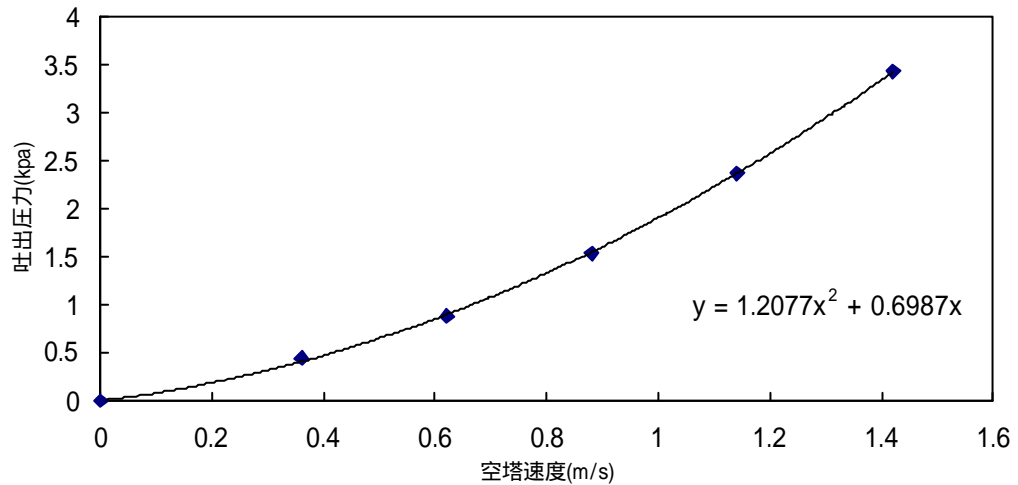
	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.46	0.7	0.94	1.19	1.45
吐出圧力(kpa)	0	0.41	0.88	1.46	2.26	3.22
スリット速度 (m / s)	0	8	12	16	20	25
吹き出し直前圧力(kpa)	0	0.05	0.18	0.34	0.57	0.85

図 11 ゲル本体(IC30)+酸化珪素での圧力損失(4L,円筒形,直径 5mm)



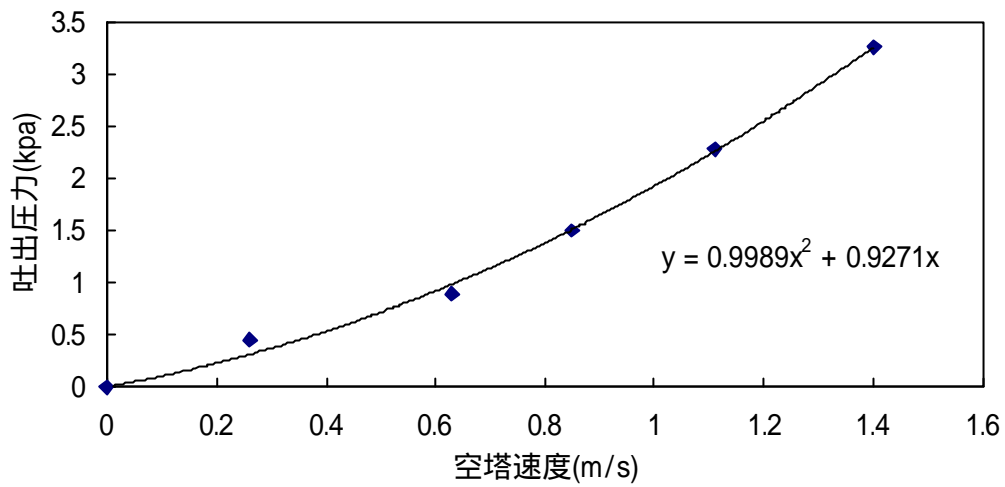
	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.45	0.7	0.93	1.19	1.45
吐出圧力(kpa)	0	0.46	0.93	1.48	2.25	3.22
スリット速度 (m / s)	0	8	12	16	20	25
吹き出し直前圧力(kpa)	0	0.11	0.21	0.35	0.57	0.85

図 12 ゲル発泡体(IC30)+硫化バリウムでの圧力損失(4L,円筒形,直径 5mm)



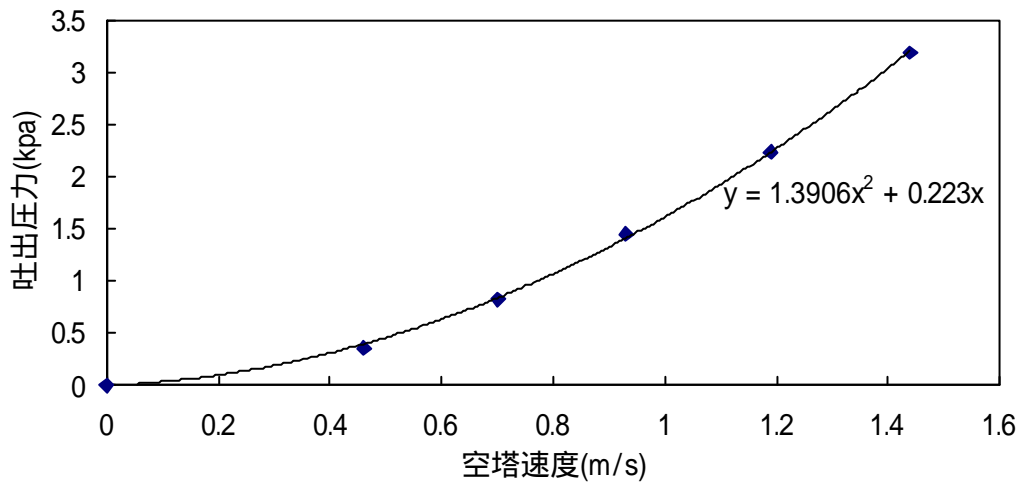
	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.36	0.62	0.88	1.14	1.42
吐出圧力(kpa)	0	0.44	0.88	1.54	2.37	3.43
スリット速度 (m / s)	0	6	11	15	19	24
吹き出し直前圧力(kpa)	0	0.11	0.22	0.39	0.62	0.93

図 13 ゲル本体(IC30)+石英での圧力損失(4L,円筒形,直径 5mm)



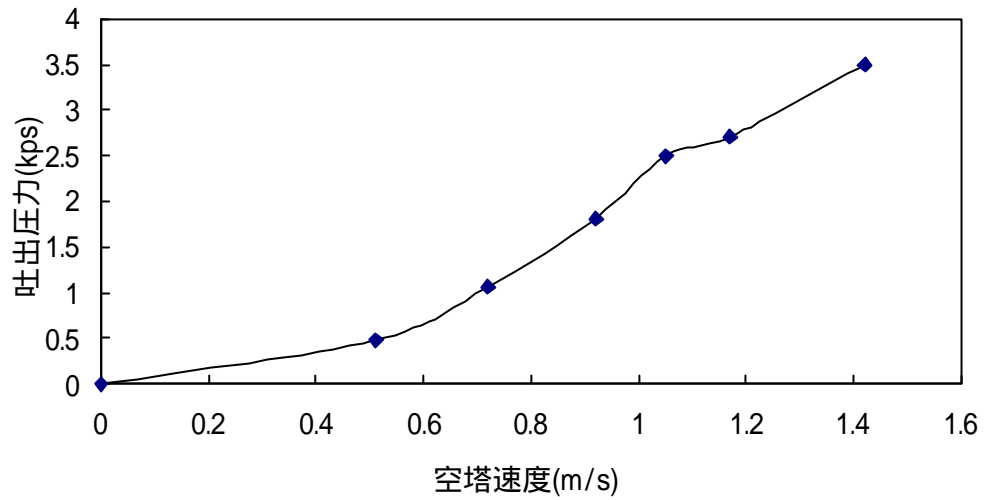
	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.26	0.63	0.85	1.11	1.4
吐出圧力(kpa)	0	0.45	0.89	1.5	2.28	3.26
スリット速度 (m / s)	0	4	11	15	19	24
吹き出し直前圧力(kpa)	0	0.14	0.25	0.41	0.63	0.92

図 14 ゲル発泡体(IC30)+石英での圧力損失(4L,円筒形,5mm)



	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.46	0.7	0.93	1.19	1.44
吐出圧力(kpa)	0	0.36	0.83	1.45	2.24	3.19
スリット速度 (m / s)	0	8	12	16	20	25
吹き出し直前圧力(kpa)	0	0	0.14	0.31	0.54	0.82

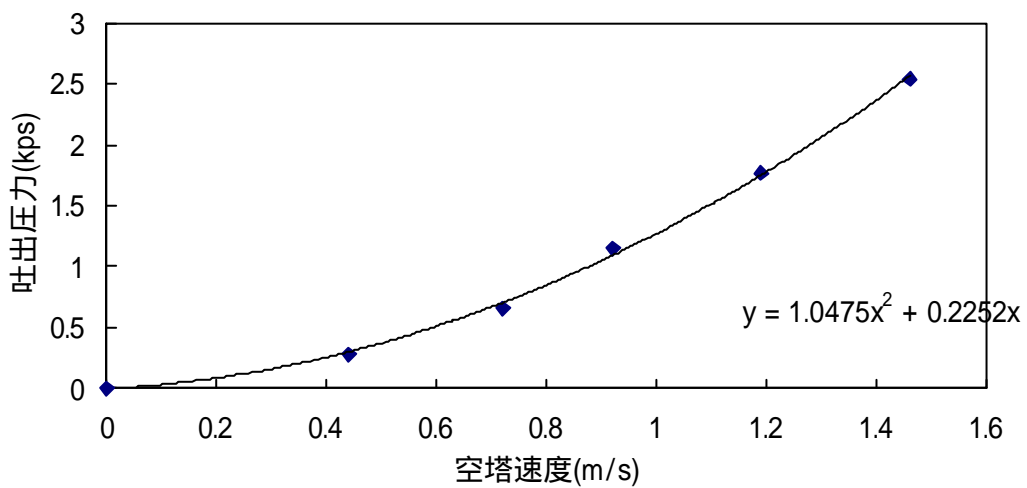
図 15 空気のみを流した場合の噴流化装置の圧力損失



	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	47Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.51	0.72	0.92	1.05	1.17	1.42
吐出圧力(kpa)	0	0.48	1.07	1.81	2.5	2.71	3.5
吹き出し直前圧力(kpa)	0	0.17	0.38	0.65	0.92	0.94	0.98

流動化の始まり

図 16 ホリソリン (BB弾) 粒体での流動層式の圧力損失 (170L, 直径 6mm)



	0Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	60Hz
空塔速度(m/s)	0	0.44	0.72	0.92	1.1	1.46
吐出圧力(kpa)	0	0.28	0.66	1.15	1.77	2.54
吹き出し直前圧力(kpa)	0	-0.05	-0.03	-0.02	-0.01	0.01

図 17 空気のみを流した場合の流動化実験装置の圧力損失

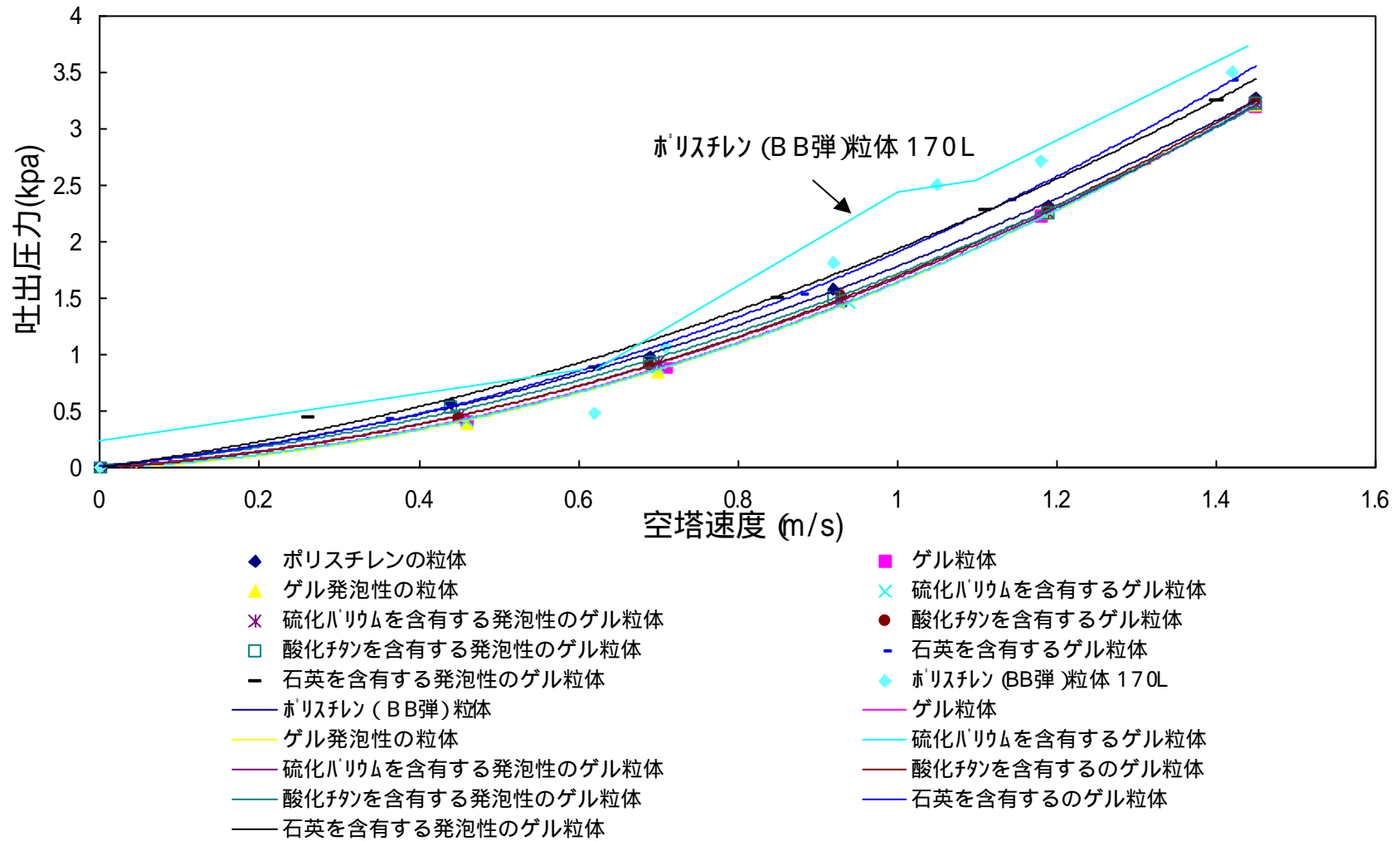
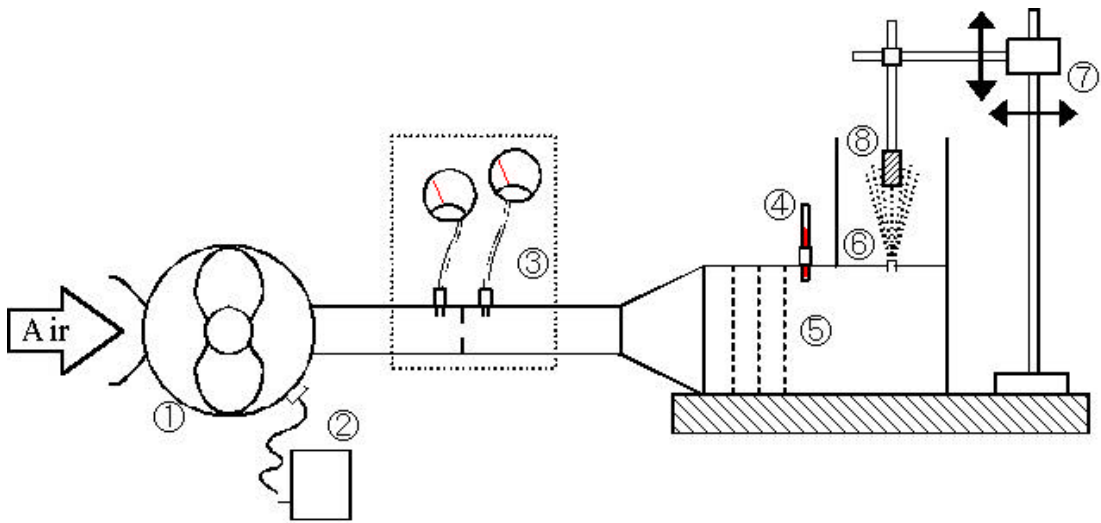


図 18 各粒体の圧力損失のグラフ(図 6 ~ 14,16)



ルーツプロア インバータ オリフィス流量計 温度計
 バッファータンク ノズル トラバース ロードセル

図 19 噴流化基礎実験装置

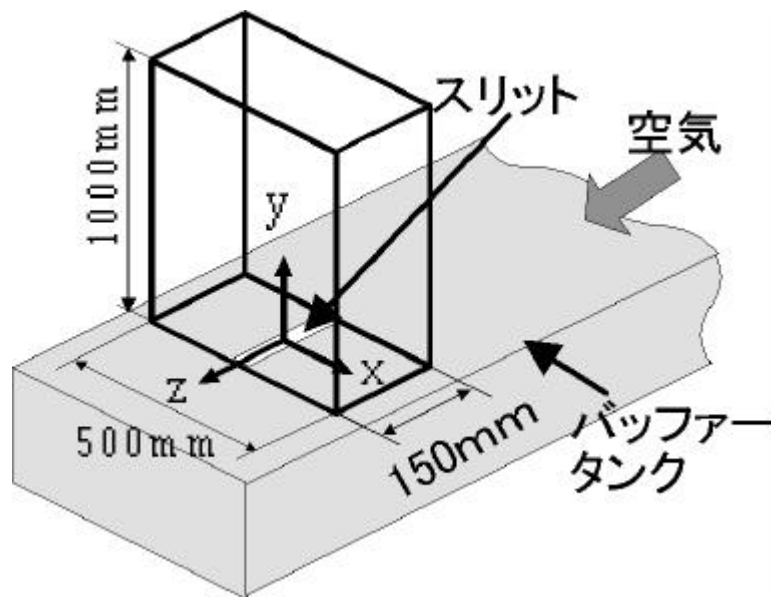


図 20 座標軸

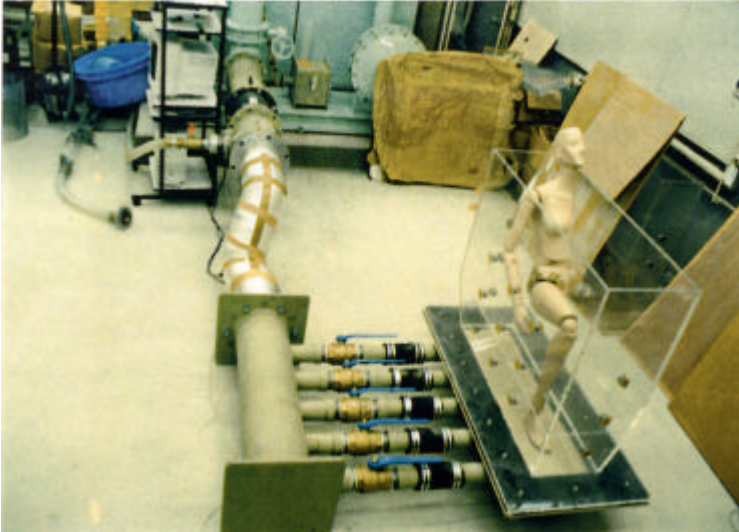


写真 16 半割浴槽模型

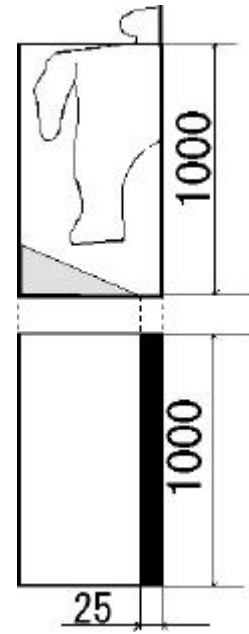


図 21 半割浴槽模型概要図

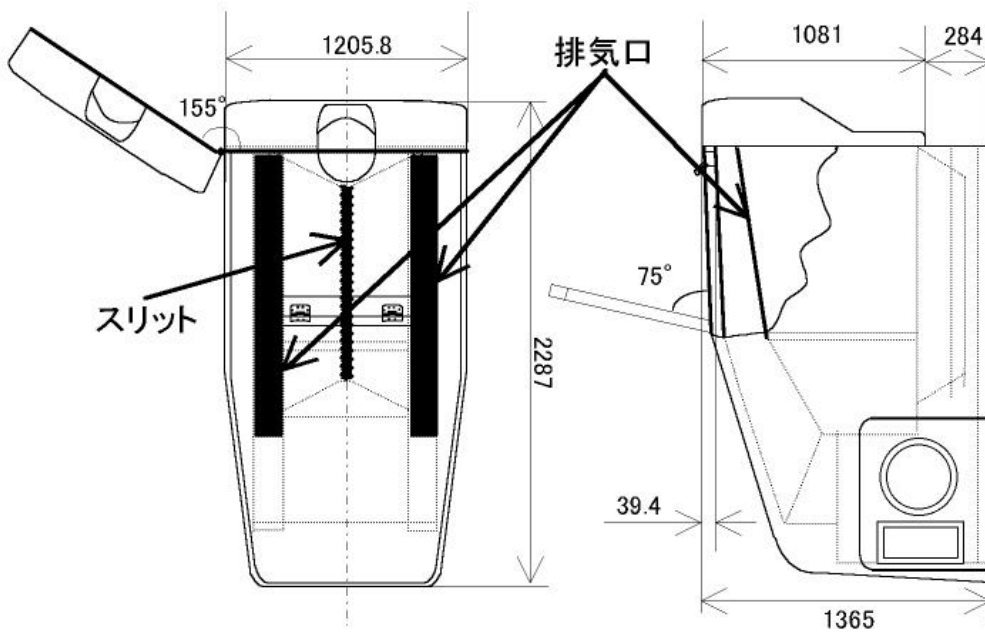


図 22 新浴槽概要図

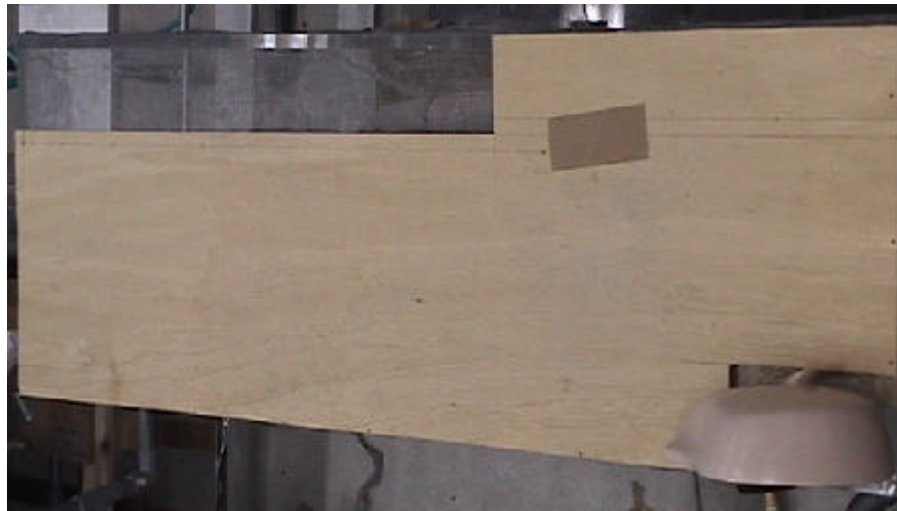


写真 17 半割浴槽模型斜視図



写真 18 試供粒体

粒体	高比重(g/L)	フィーラー	発泡剤
No.0	250	?	?
No.3	256	中	普通
No.4	249	多	普通
No.5	252	普通	普通
No.6	309	↑ ↓	↓
No.7	344		
No.8	377	普通	小

表 5 試供粒体の性質



写真 19 No.0



写真 20 No.3



写真 21 No.4



写真 22 No.5



写真 23 No.6



写真 24 No.7



写真 25 No.8

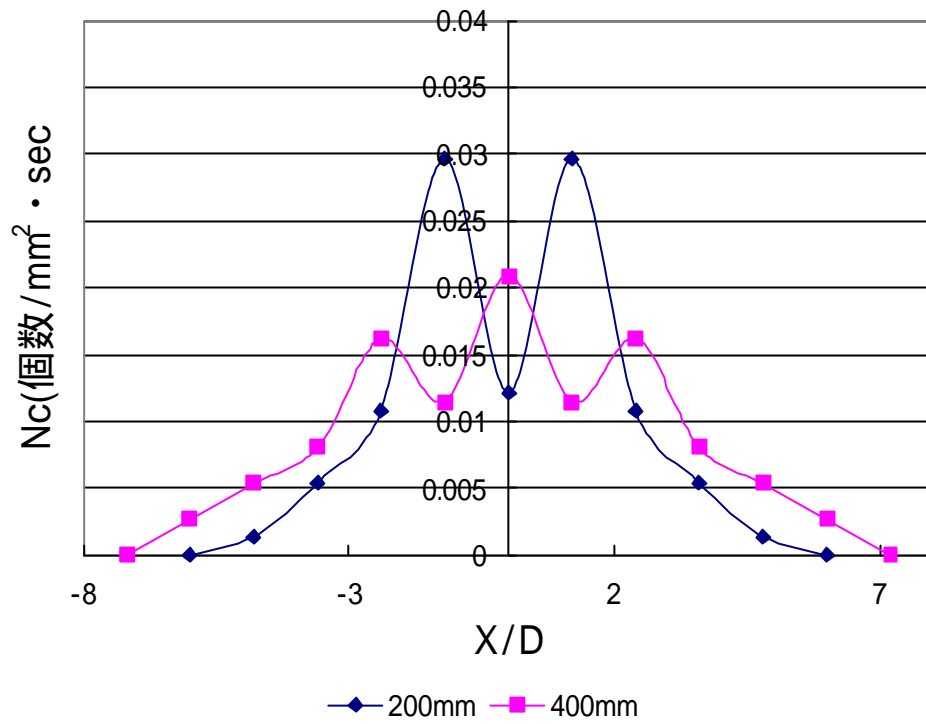


図 23 No.0

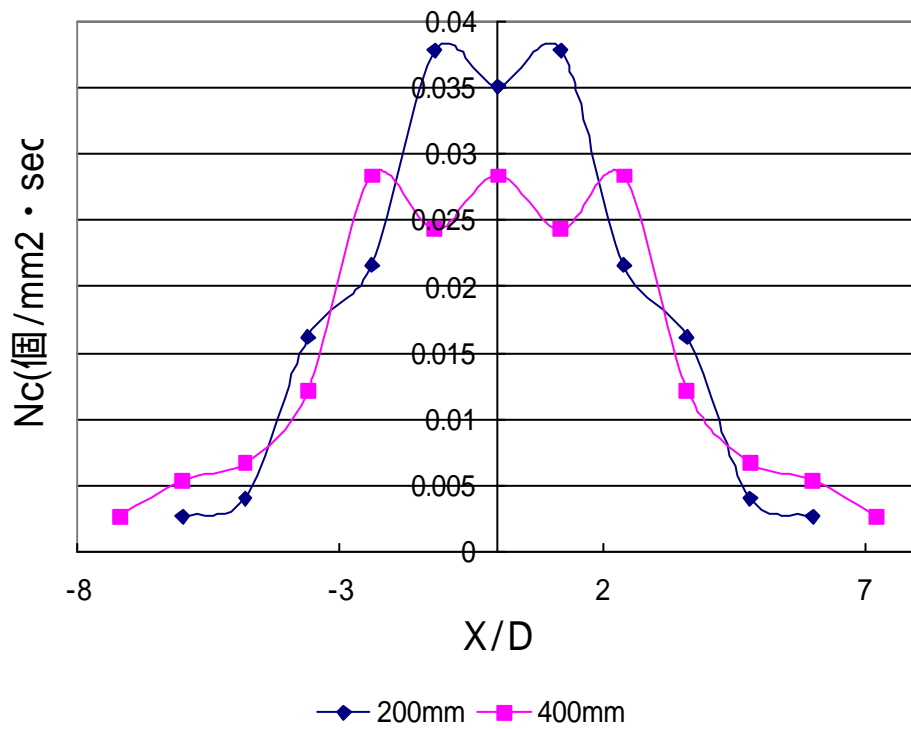


図 24 No.3

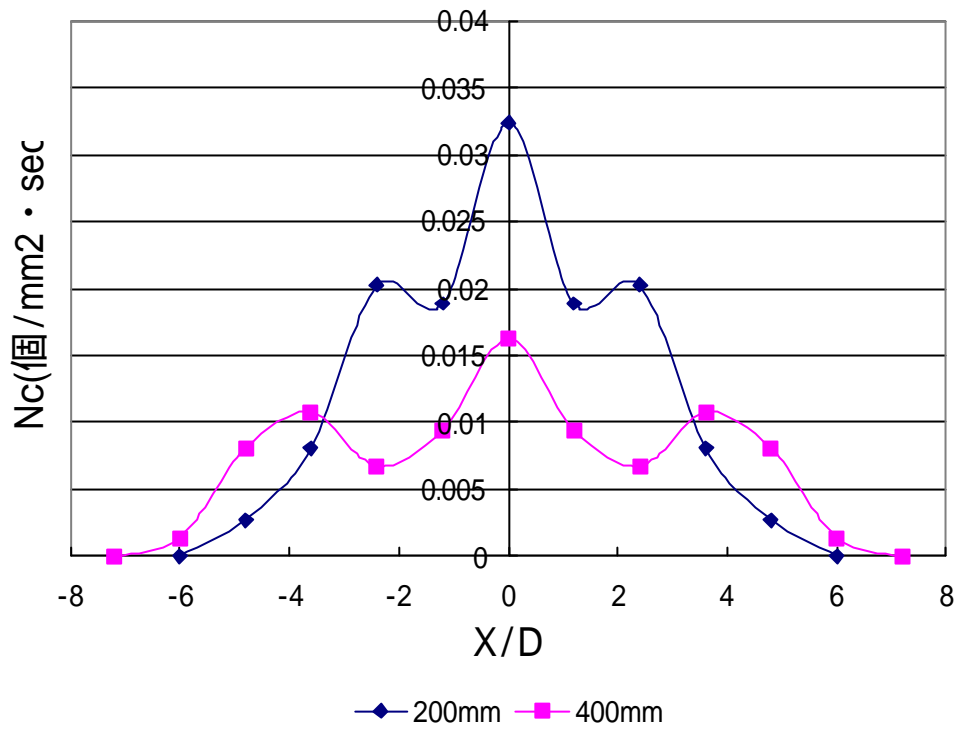


図 25 No.4

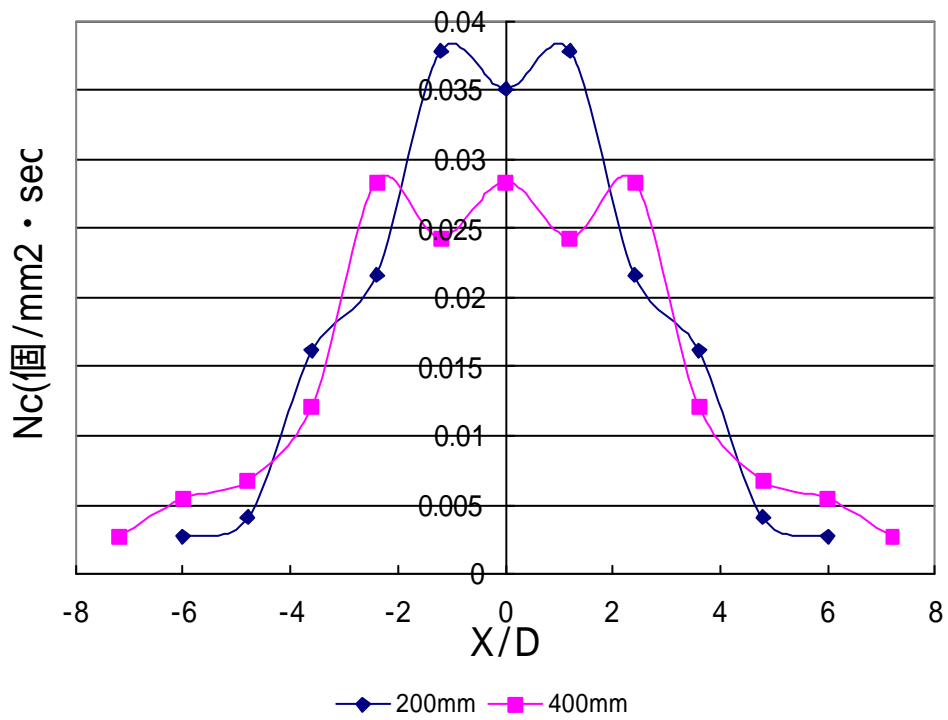


図 26 No.5

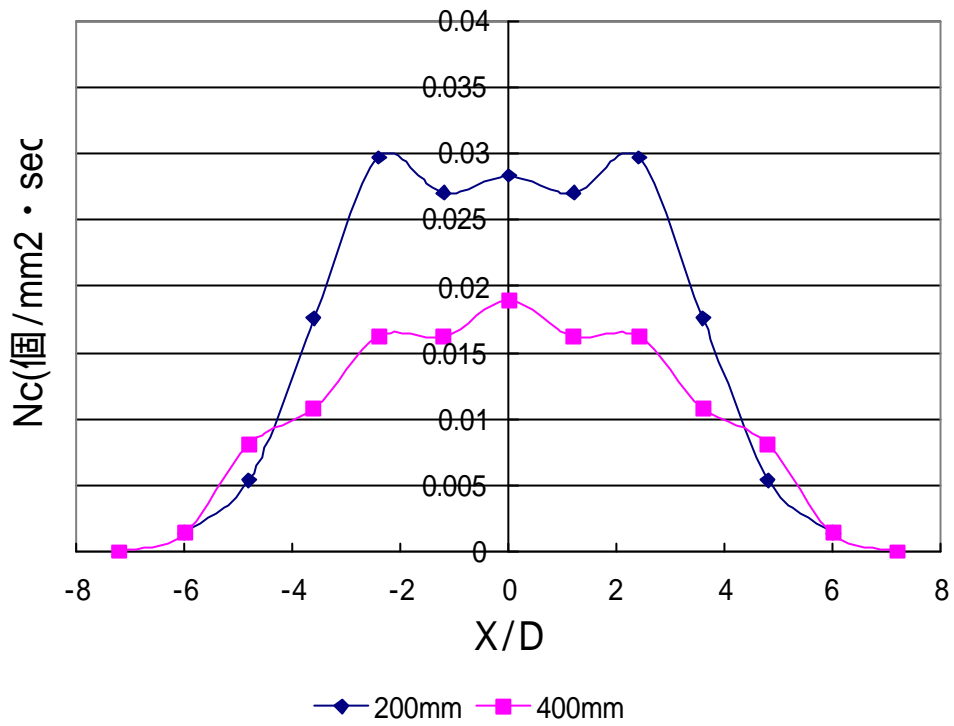


図 27 No.6

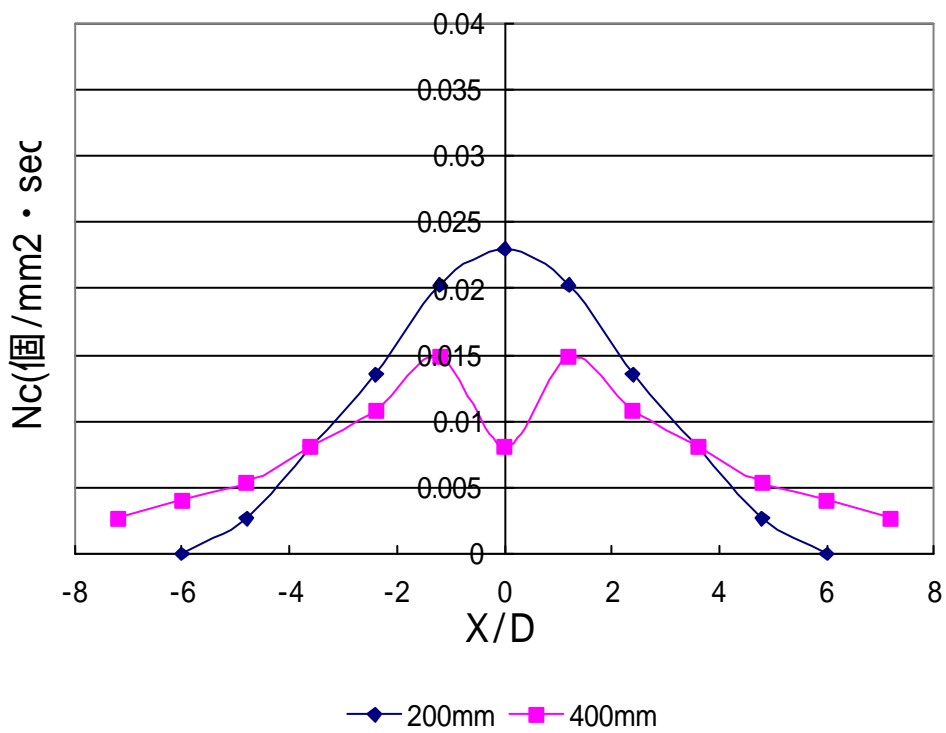


図 28 No.7

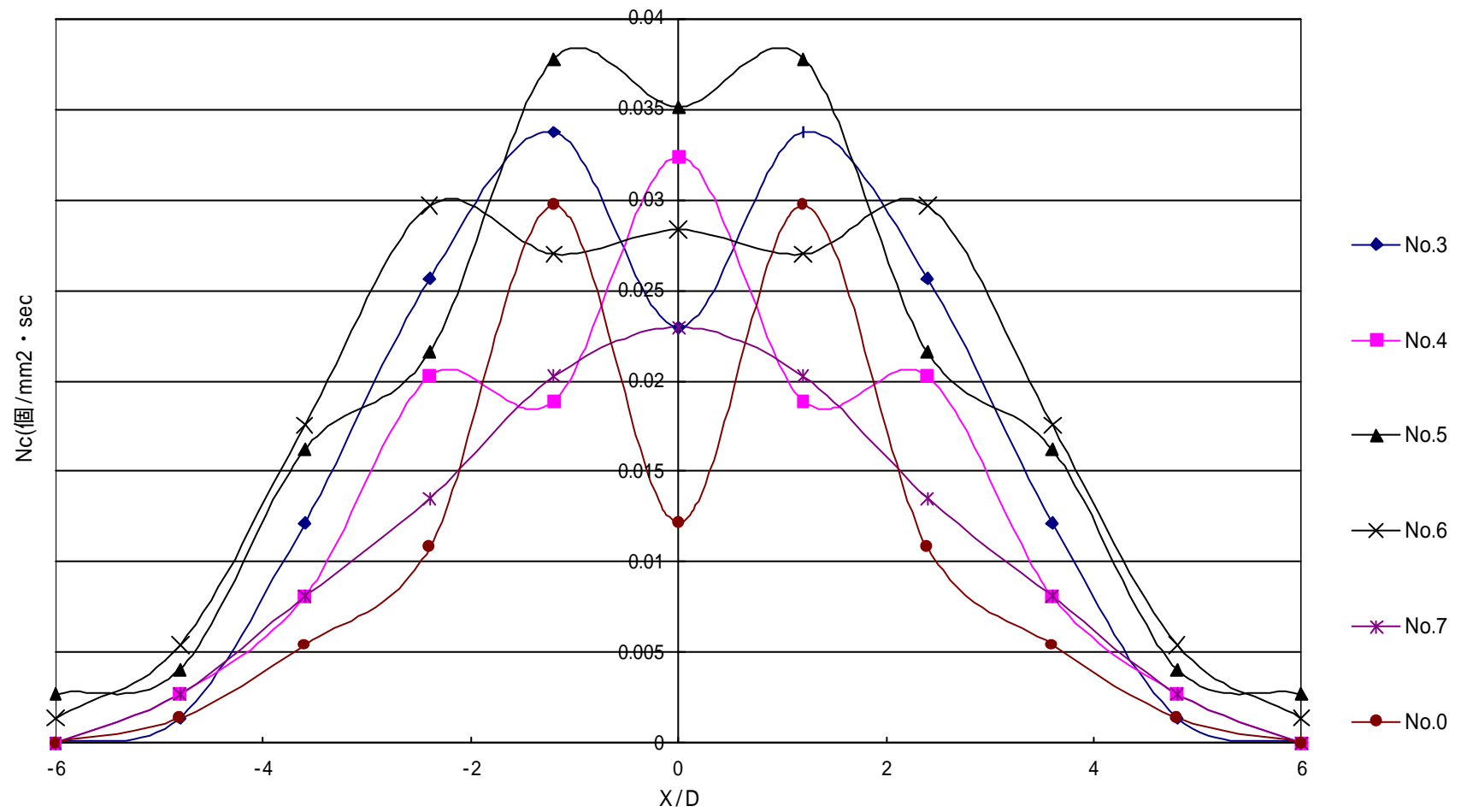


図29 各粒子の粒子分布(Y=200mm)

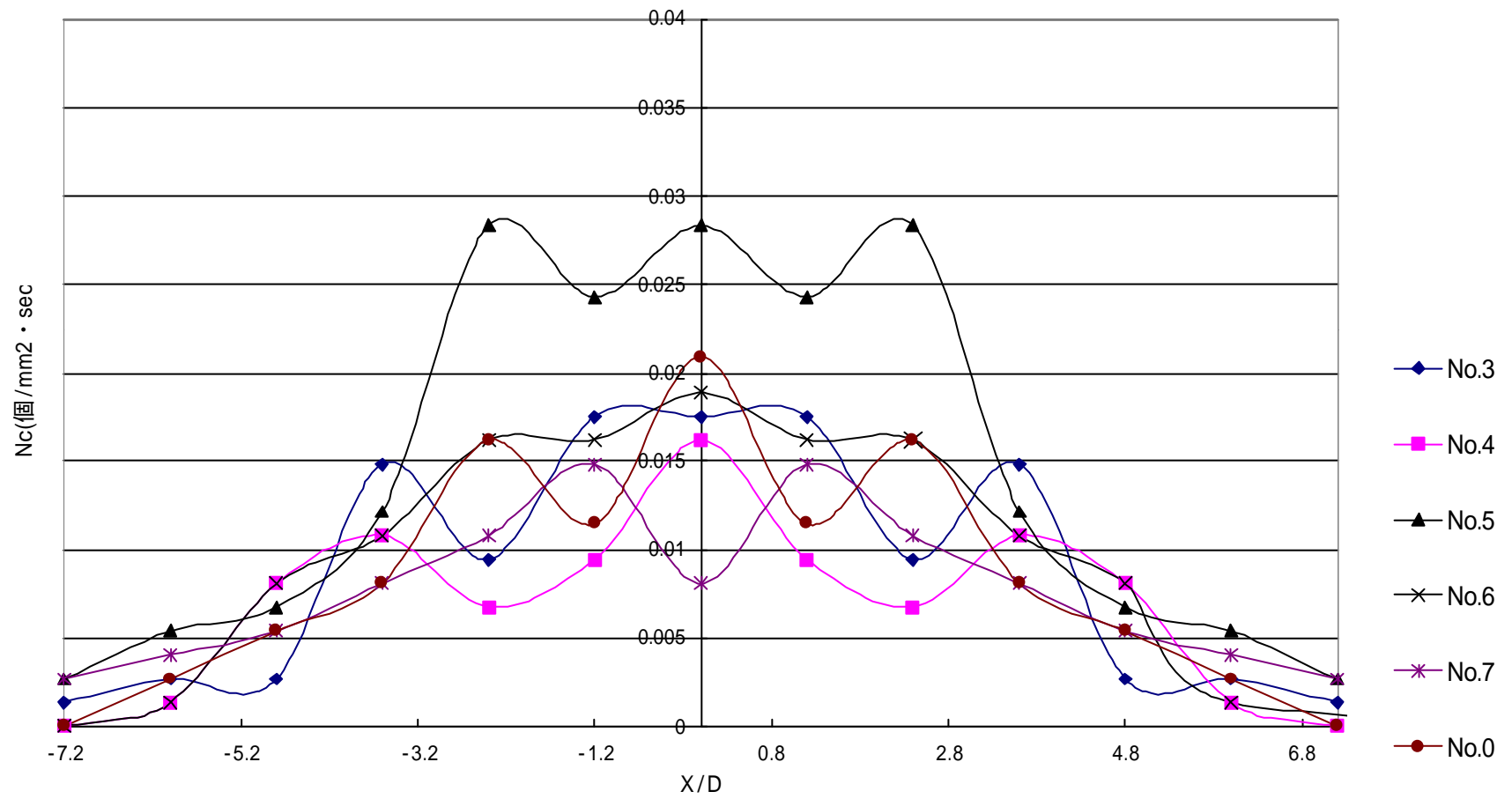


図 30 各粒子の粒子分布($Y=400$ mm)

インバータ (Hz)	差圧 (Pa)	流量 (m ³ /sec)	スリット速度 (m/sec)	空塔速度 (m/sec)	排気口幅(長さ:0.684m)			Re
					50mm(m/sec)	77mm(m/sec)	100mm(m/sec)	
20	41.5	0.3545	16.395	0.904	10.367	6.479	5.183	913974
25	68.5	0.4555	21.064	1.161	13.319	8.324	6.659	1174235
27.5	76.5	0.4814	22.260	1.227	14.075	8.797	7.038	1240911
28.25	83.27	0.5022	23.224	1.280	14.685	9.178	7.342	1294653
30	96	0.5392	24.936	1.375	15.767	9.855	7.884	1390098
35	140	0.6512	30.113	1.660	19.041	11.901	9.520	1678703
40	172	0.7218	33.378	1.840	21.105	13.191	10.553	1860690
45	204	0.7861	36.350	2.004	22.985	14.365	11.492	2026399
50	252	0.8737	40.401	2.227	25.546	15.966	12.773	2252216
55	295	0.9453	43.712	2.410	27.640	17.275	13.820	2552307
新浴槽		1.000	22.173	1.044		9.137		1294653

半割浴槽模型:スリット=幅0.025・長さ0.865:浴槽断面積=幅0.355・長さ1.105
新浴槽:スリット 幅0.05・長さ906:断面積幅0.744、長さ1.288

表6 流量検討表

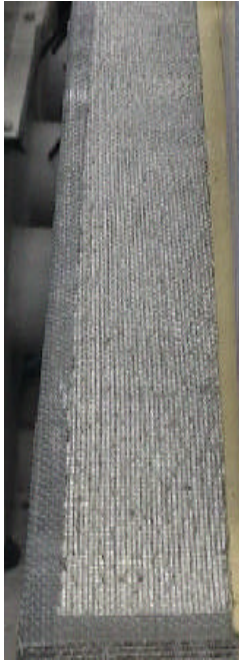


写真 26 No.0



写真 27 No.3



写真 28 No.4



写真 29 No.5



写真 30 No.6



写真 31 No.7



写真 32 No.8

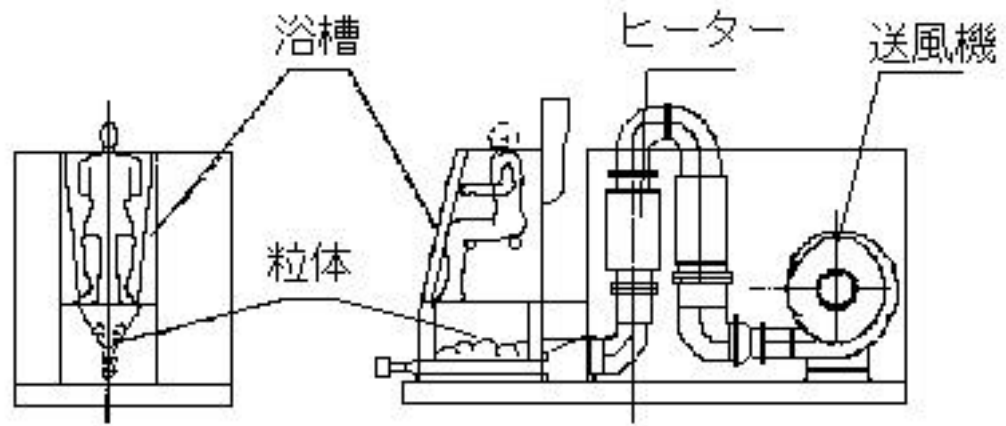


図 31 実機型試作機概略図



写真 33 実機型試作機全体



写真 34 実機型試験機浴槽部

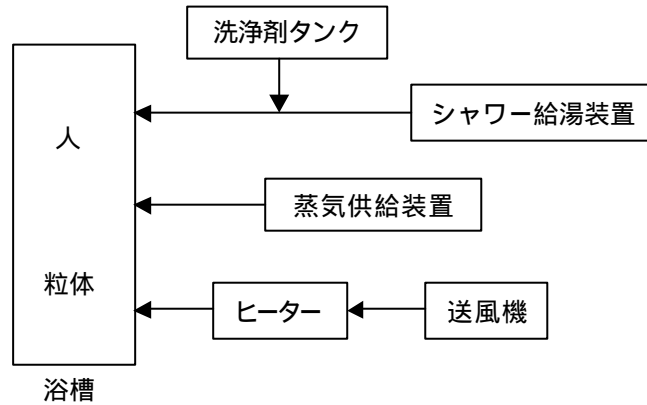


図 32 装置システムブロック図

洗浄フロー	内容
洗浄剤散布 1 分間	給湯器で沸かされたお湯に洗浄剤を入れ、浴槽内のシャワーノズルから身体へ散布される
噴流化洗浄 3 分間	送風機からの空気は、ヒーターにより温められ、蒸気と一緒に浴槽内低部から吹き上げられ粒体を噴流化させる
シャワー 1 分間	洗浄剤が混ざっていないお湯を身体へ散布する
粒体回収 1 分間	吸入式で浴槽内から粒体を取り出す
身体乾燥 分間	ヒーターで温めた空気を浴槽内へ入れる

作業項目	初期状態	0分0秒	1分	4分	5分	6分	9分
ボタン		洗浄剤散布	噴流化洗浄	シャワー	粒体回収	身体乾燥	身体乾燥 終了
バルブ	閉						
インバータ	30Hz					9Hz	
粒体回収扉	閉						開
ヒ-タ	OFF		ON				

表8 一回目の洗浄フローの時間的操作

作業項目	初期状態	0分0秒	30秒	1分28秒	3分59秒	4分4秒	4分19秒	5分2秒	?分?秒	6分59秒
ボタン		シャワー	洗浄剤散布	噴流化洗浄	→	シャワー 身体乾燥	噴流化 洗浄終了	シャワー 終了		身体乾燥 終了
バルブ	開		閉	開						
バルブ	閉			開 閉						
インバータ	30Hz						5Hz	9Hz		
粒体回収扉	閉						開			
ヒ-タ	OFF			ON					38.5 で OFF	38 制御

表9 二回目の洗浄フローの時間的操作(春の場合)

作業項目	初期状態	0分0秒	30秒	1分28秒	3分59秒	4分4秒	4分19秒	5分2秒	?分?秒	6分59秒
ボタン		シャワー	洗浄剤散布	噴流化洗浄	→	シャワー 身体乾燥	噴流化 洗浄終了	シャワー 終了		身体乾燥 終了
バルブ	開		閉	開						
バルブ	閉			開 閉						
インバータ	30Hz						5Hz	9Hz		
粒体回収扉	閉						開			
ヒータ	OFF				ON				38.5 で OFF	38 制御

表 10 二回目の洗浄フローの時間的的操作(夏の場合)

作業項目	初期状態	0分0秒	30秒	1分28秒	3分59秒	4分4秒	4分19秒	5分2秒	?分?秒	6分59秒
ボタン		シャワー	洗浄剤散布	噴流化洗浄	→	シャワー 身体乾燥	噴流化 洗浄終了	シャワー 終了		身体乾燥 終了
バルブ	開		閉	開						
バルブ	閉			開 閉						
インバータ	30Hz						5Hz	7Hz < 38.3	< 9Hz	
粒体回収扉	閉						開			
ヒータ	OFF		ON						38.5 で OFF	38 制御

表 11 二回目の洗浄フローの時間的的操作(冬の場合)

噴流化洗浄についてアンケート

全体の評点 ()

1. 何が一番良かったですか？

理由：

2. 何が一番良くなかったですか？

理由：

3. 浴槽内に入ったときの感覚はどうでしたか？

4. シャワー（洗浄剤散布・シャワー）について 評点 (.)

良い ・ 悪い （どちらかに を）

どんなところが？

お湯の温度は良かったですか？

お湯の流量・時間はどうでしたか？

始めのシャワー時に、洗浄液は感じましたか？

シャワーについて、ご意見があれば書いてください。

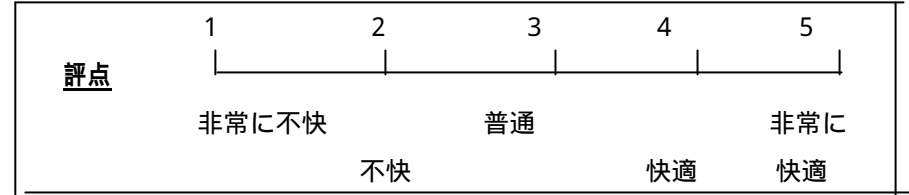
5. 噴流化洗浄について 評点 ()

良い ・ 悪い （どちらかに を）

どんなところが？

温度はどうでしたか？

粒が身体に当たった時、どのように感じましたか？



粒体の量は、良かったですか？

洗浄時に泡があった方が良かったですか？

噴流化洗浄について、ご意見があれば書いて下さい。

6. 身体乾燥について 評点 ()

良い ・ 悪い （どちらかに を）

どんなところが？

身体の乾き具合はどうでしたか？

温度はどうでしたか？

身体乾燥について、ご意見があれば書いて下さい。

7. この装置で洗浄し終えた直後の感想をお願いします。

8. この装置でご老人を洗っても良いと思いますか？

9. もう一度この装置に入りたいと思いますか？

10. 最後に差し支えなければ、年齢、性別、体重をご記入下さい。

____歳 男 ・ 女 体重_____ k g

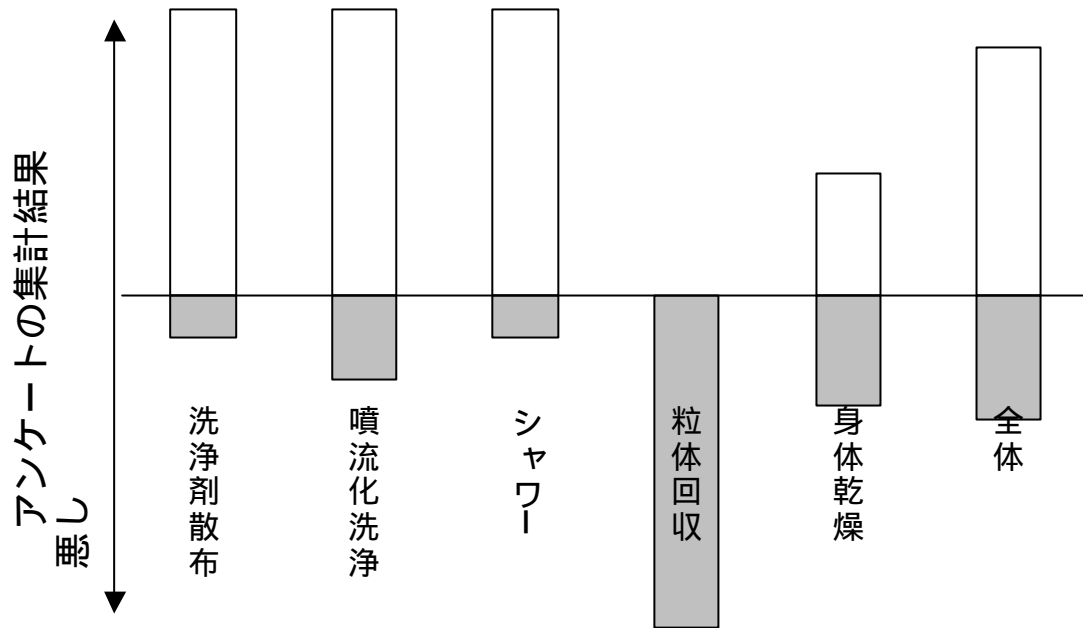


図 33 良好・悪しの集計結果(一回目)

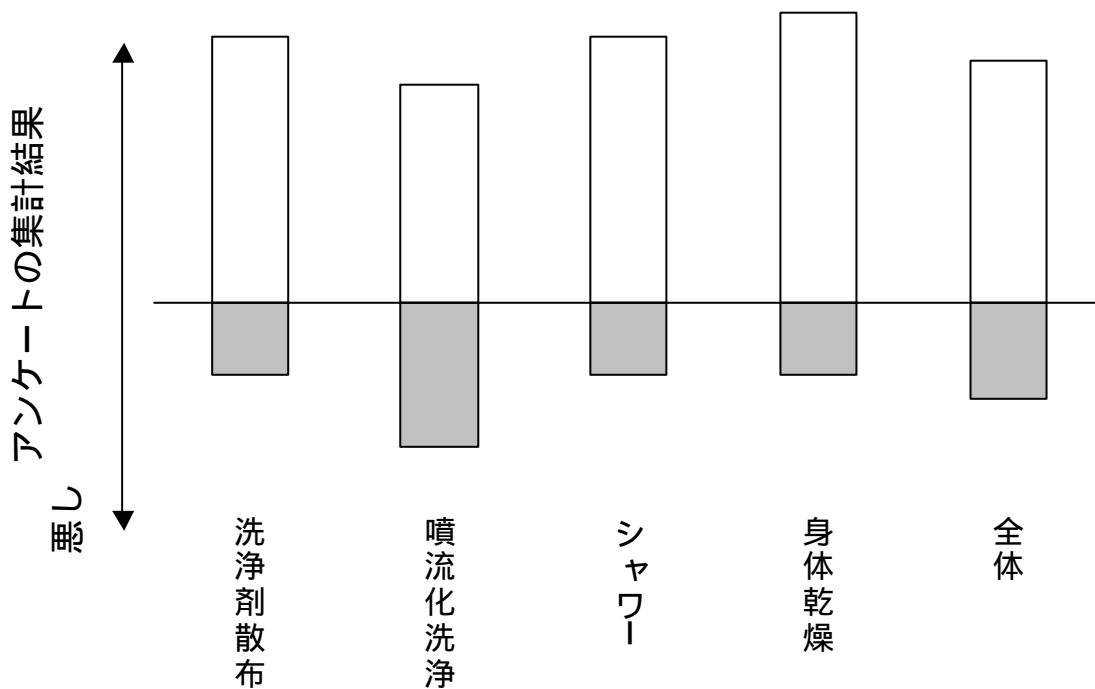
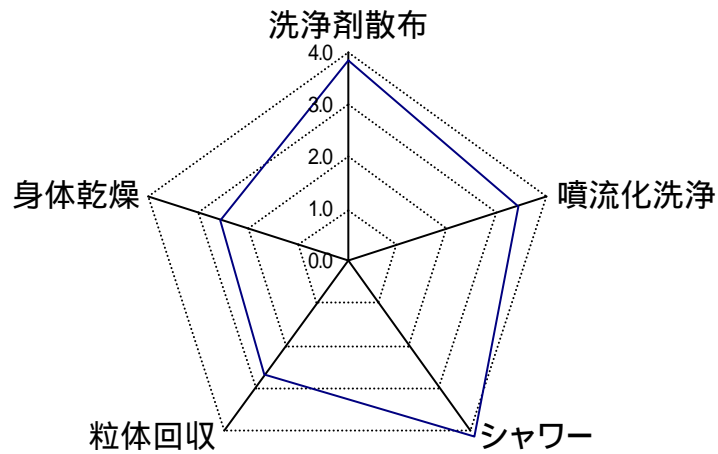
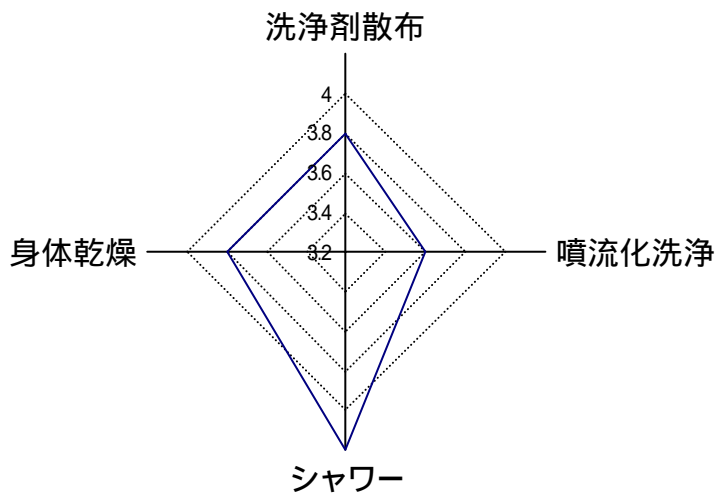


図 34 良好・悪しの集計結果(二回目)



被験者	A	B	C	D	E	F	G	洗淨フロー別の平均点
洗淨剤散布	5	4	5	3	3	4	3	3.9
噴流化洗淨	4	3	3	4	3	4	3	3.4
シャワー	5	5	5	3	4	4	3	4.1
粒子回収	3	1	4	4	2	3	2	2.7
身体乾燥	4	2	3	2	1	3	3	2.6
平均値	4.2	3	4	3.2	2.6	3.6	2.8	3.3
全体の評点	4	4	4	4	3	4	3	3.7

図 35 評点の集計(一回目)



被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	平均値	前回との差
洗淨剤散布	4	3	3	4	3	5	3	4	4	5	3	5	3.8	-0.1
噴流化洗淨	3	4	2	2	2	5	5	4	4	4	4	4	3.6	0.2
シャワー	4	5	5	4	3	5	3	4	4	5	3	5	4.2	-0.1
身体乾燥	4	4	4	4	2	5	4	4	2	5	3	4	3.8	1.2
平均値	3.8	4	3.5	3.5	2.5	5	3.8	4	3.5	4.8	3.3	4.5	3.8	0.4
全体の評点	4	4	4	4	3	5	4	4	3	5	4	4	4	0.3

図 36 評点の集計(二回目)

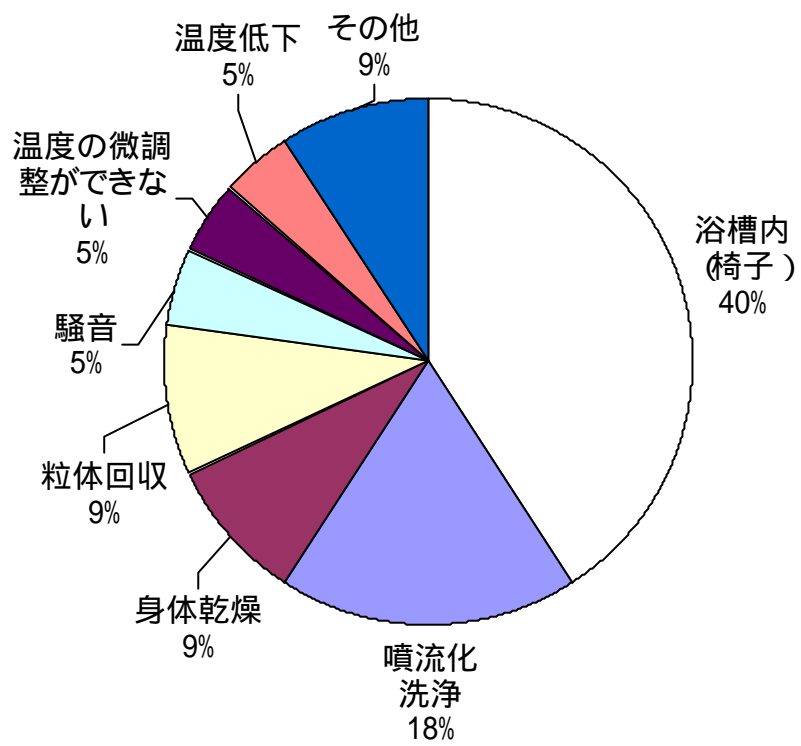


図 37 一番悪かったこと(一,二回目合計)

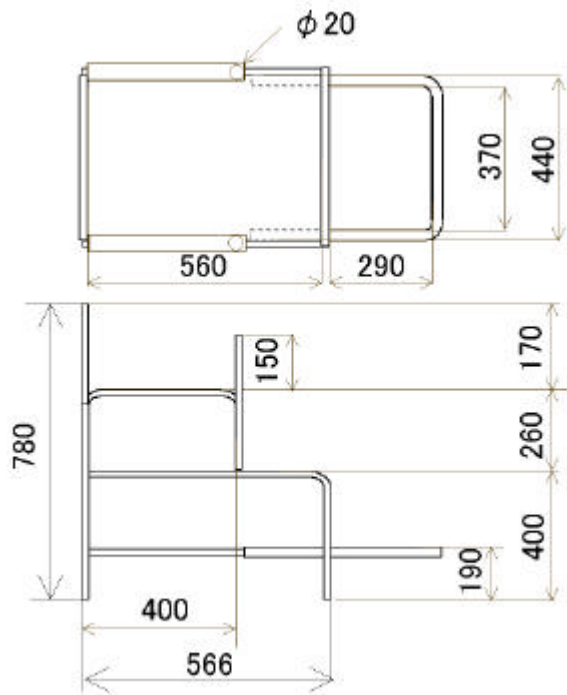
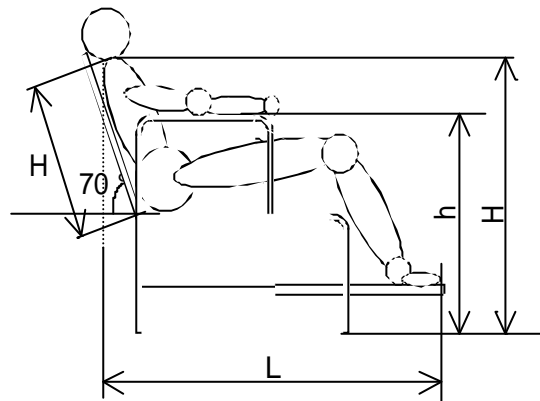


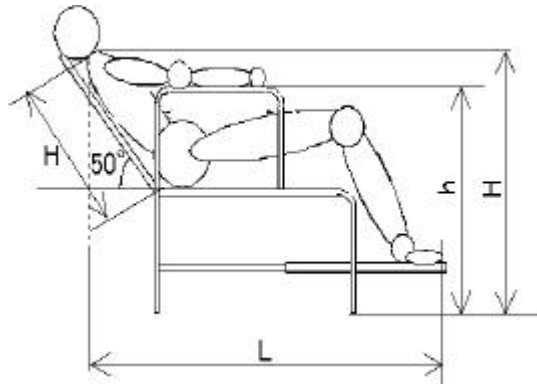
図 38 椅子モデル



身長	172	169	161	160	165	180	165	162	165	175	174
L	97	98	77	107	94	110	111	79	99	97	112
H	95	96	91	91	95	95	92	89	91	92	91
h	72	78	70	82	75	87	82	77	74	67	72
s	38	37	41	38	48	39	40	40	39	39	43

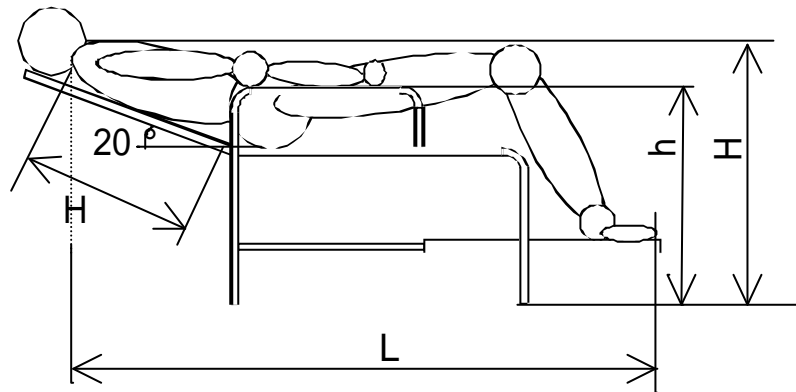
図 39 入浴姿勢測定データ(背もたれ角度 70°)

山田荘判断：問題なし。現状の入浴介護に支障はきたさない。 採用



身長	165	169	172	174	162	165	161	161	160
L	119	119	117	116	114	110	10	98	112
H	87	90	85	89	82	87	85	88	86
h	69	72	60	82	75	87	82	77	74
s	42	42	40	44	42	45	44	43	44

図 40 入浴姿勢検討測定データ(背もたれ角度 50°)
 山田荘判断：採用は可能。但し、非介護者の移動介護の労働力がかかる。
 特に 50° に固執しない



身長	162	165	172	161	160
L	133	130	139	119	134
H	69	73	68	63	63
h	30	72	31	61	67
s	49	48	48	50	48

図 41 入浴姿勢検討測定データ(背もたれ角度 20°)
 山田荘判断：既設の入浴用リフター浴槽にスペース上入らない。
 浴槽内介護中にリクライニング操作は危険作業。 不採用

	噴出口勾配角度	浴槽部高さ	吹出部高さ	浴槽高さ	浴槽巾	スリット長さ	スリット巾	スリット速度	空塔速度	必要流量	
	$\theta (^{\circ})$	$H_1(\text{mm})$	$H_2(\text{mm})$	$L1(\text{mm})$	$W1(\text{mm})$	$L2(\text{mm})$	$W2(\text{mm})$	$V(\text{m/sec})$	$V_m(\text{m/sec})$	$Q(\text{m}^3/\text{sec})$	
実機型洗浄浴槽	63	1170	430	1000	800	650	50	25.00	1.02	48.8	
20°	10	750	63	1450	760	1450	50	17.81	1.17	77.5	
	20		129					18.52	1.22	80.5	
	30		205					19.30	1.27	84.0	
	40		298					20.22	1.33	87.9	
	10		63			1122		17.81	0.91	59.9	
	20		129			1080		18.52	0.91	60.0	
	30		205			1035		19.30	0.91	59.9	
	40		298			988		20.22	0.91	59.9	
	10	63	1450	39	17.81	0.91	60.4				
	20	129		37	18.52	0.90	59.6				
	30	205		36	19.30	0.91	60.4				
	40	298		34	20.22	0.90	59.8				
	50°	10	900	63	1220	760	1220	50	19.38	1.07	70.9
		20		129					20.03	1.11	73.3
		30		205					20.76	1.15	76.0
		40		298					21.62	1.20	79.1
10		63		1031			19.38		0.91	59.9	
20		129		998			20.03		0.91	60.0	
30		205		963			20.76		0.91	60.0	
40		298		925			21.62		0.91	60.0	
10		63	1220	42	19.38	0.90	59.6				
20		129		41	20.03	0.91	60.1				
30		205		39	20.76	0.90	59.3				
40		298		38	21.62	0.91	60.1				
70°		10	950	63	1150	760	1150	50	19.88	1.31	68.6
		20		129					20.51	1.35	70.8
		30		205					21.22	1.40	73.2
		40		298					22.06	1.45	76.1
	10	63		1005			19.88		1.14	59.9	
	20	129		974			20.51		1.14	59.9	
	30	205		941			21.22		1.14	59.9	
	40	298		906			22.06		1.14	60.0	
	10	63	1150	44	19.88	1.15	60.3				
	20	129		42	20.51	1.13	59.5				
	30	205		41	21.22	1.15	60.0				
	40	298		39	22.06	1.13	59.4				

表 12 噴流化検討データ

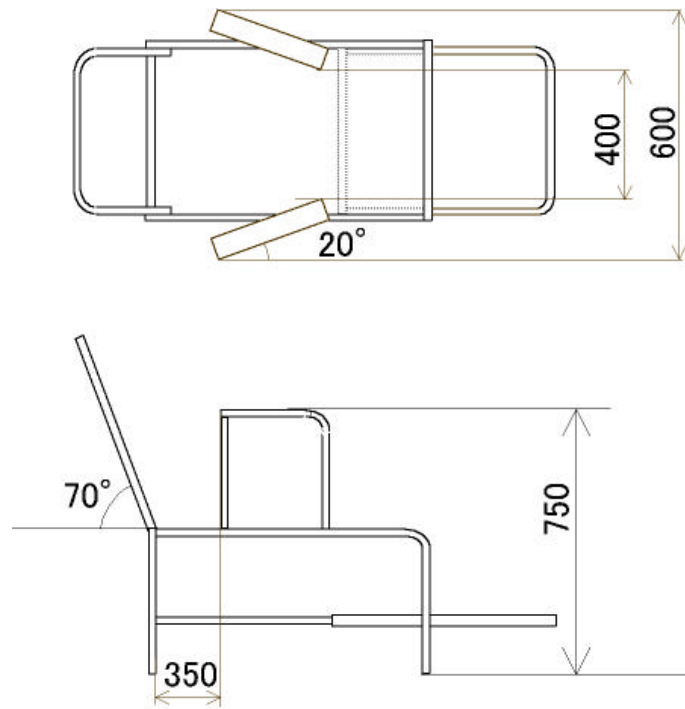


図 42 椅子形状概略図

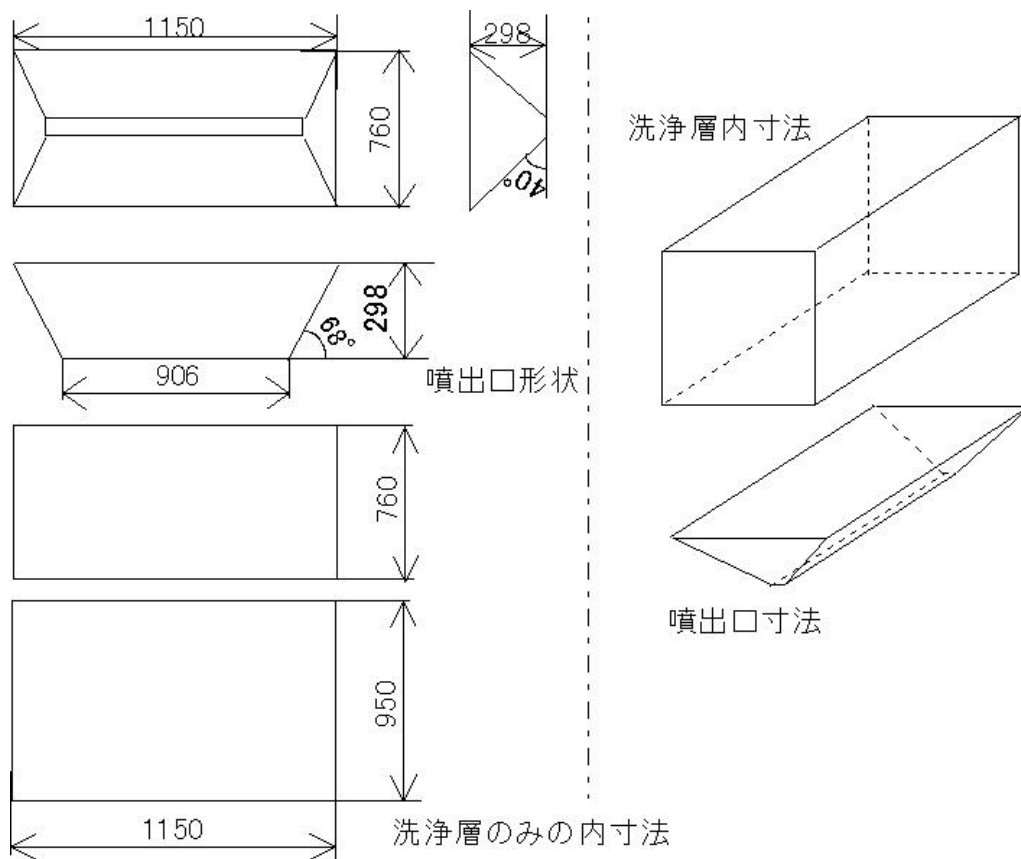


図 43 洗浄層内概略図



写真 35 シャワーノズル位置選定実験模型正面

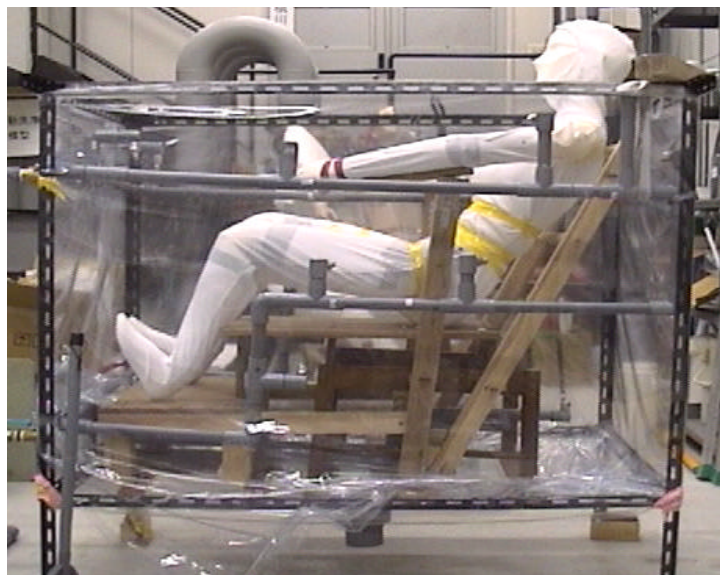
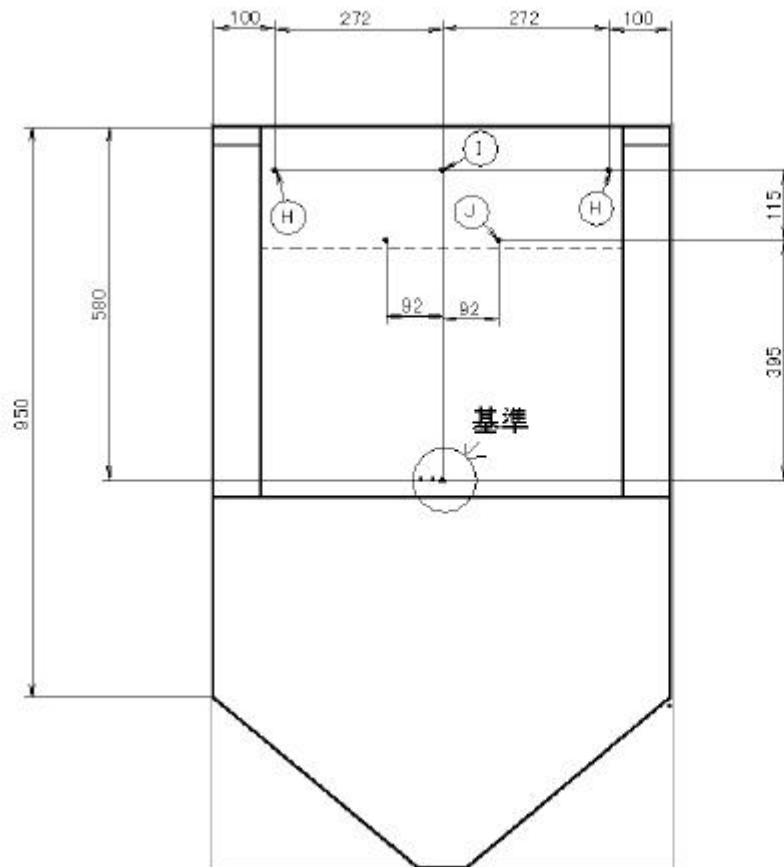
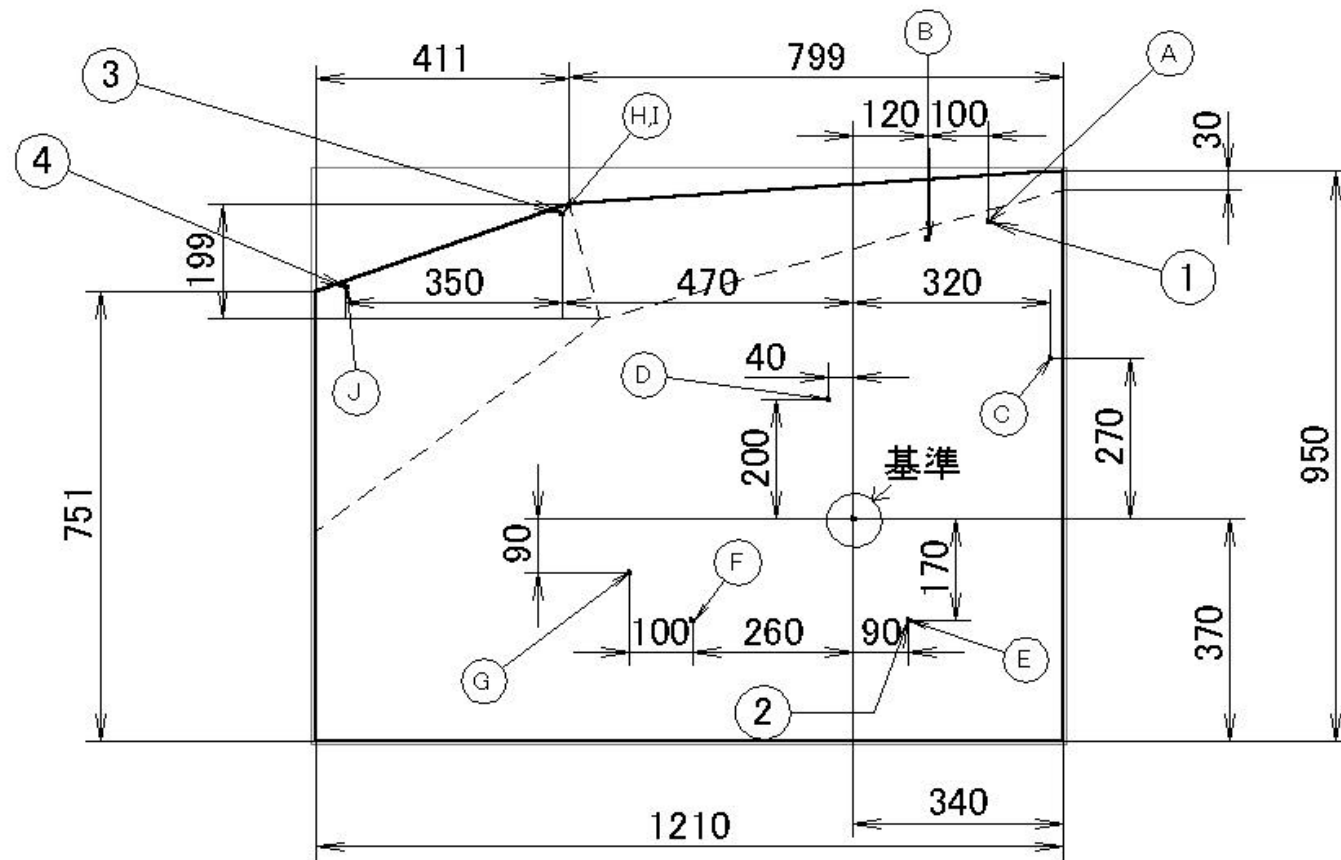


写真 36 シャワーノズル位置選定実験模型側面



- A : 肩用ノズル
- B : 二の腕用ノズル
- C : 背中用ノズル
- D : 脇用ノズル
- E : 腰用ノズル
- F : 陰部用ノズル
- G : 腿裏用ノズル
- H : 手・腕用ノズル
- I : 腹用ノズル
- J : 足用ノズル

図 44 シャワーノズル位置正面図



は排気口のすぐ後ろ
とする
背中用・陰部用ノズ
ルのため、可能な限
り高くする
は腕用ノズル2つ、
腹用ノズル1つ
は足用ノズル2つ

図 45 シャワーノズル位置側面図