

# 混相流に関する研究(第7報)

ガンマー線透過法による固液混相流の  
濃度分布の測定(その3)

山下 貞二・吉福 功美

(受理 昭和40年5月31日)

## THE STUDY ON THE FLOW OF MIXED-PHASES (REPORT 7)

### ON THE MEASUREMENT OF THE VOID FRACTION DISTRIBUTION IN THE CIRCULAR PIPE CONTAINED MIXED PHASES BY THE GAMMA-RAYS PENETRATION METHOD (THREE)

Sadaji YAMASHITA, Isami YOSHIFUKU

In succession to the preceding reports on the measurement of concentration distribution of the flow contained solid-liquid phase by the Gamma-ray penetration method, results of some experiments on a method to increase the accuracy of measurement and reduce the wall effect by providing the sheltering lead plate on the detector side and using various kinds of pipe material and pipe diameter are given.

#### 1. 緒言

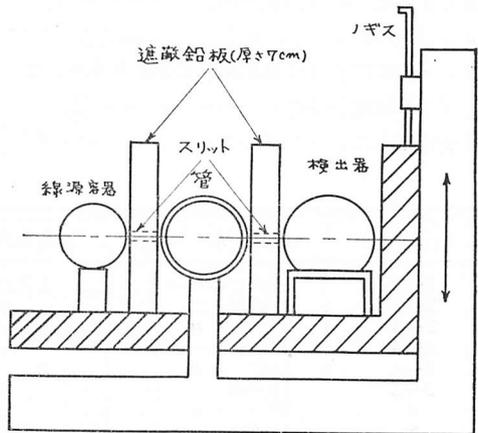
管内を固-液混合物が流れる時の濃度は均一ではなく分布が存在することが知られているが<sup>1)2)</sup>、濃度分布の測定法については多くの問題がある。前報<sup>2)</sup>においては濃度分布装置としてガンマ線源を遮蔽鉛板(5mm×20mmのスリットを設ける)により一定幅としたものを、砂と水の混合物を充填した管内を透過させその減衰を検出する方法を採り、種々の実験を行なった結果を報告した。その中で混合物吸収係数  $\mu_m$ , Buildup factor  $B$ , 透過距離  $t$  とするとき、 $\log B = a \log t$ , スリット横軸  $\delta = 5\text{mm}$  のときには  $\lambda \equiv a/\mu_m = 1$  という実験的關係があることを示した。しかし  $\lambda$  は管に対するスリットの位置によつて相当変化し  $\lambda = \lambda_0 + 0.30(xR)^{4.0}$  となつた。

今回は遮蔽鉛板を管の検出器側に設けて管壁効果を少くすることを試みるとともに管の材質、直径を変えた。

#### 2. 実験装置及び方法

実験装置は第1報に記したものとほぼ同様である。

線源は  $\text{Cs}^{137}$ , 18mc の密封線源, 検出器は Ohmart Corp 製の Radio-electric Cell である。前報と異なる主な点は、1) 遮蔽鉛板を第1図に示したように検出器側にも設けた。2) 遮蔽鉛板のスリットを 5mm×20mm, 3mm×20mm の2種類にした。3) 管は従来の鋼管に比べ吸収の少い硬質ビニール管を使用した。4) 管径はビニール管ともに各々 1½" 及び 3" とした。



第 1 図

土岐津珪砂を水とよく混合して均一になるよう管に充填する。第1図の線源、遮蔽鉛板、検出器を載せた台を一定距離ずつ微動してスキャンニングを行なう。比較のため空の場合、水のみを充たした場合について同様な実験をあらかじめ行なっておく。砂を充填した場合には砂の容量パーセントは空気-砂の場合約60%、水-砂の場合約60%になる。これ以下の濃度についての実験は技術的に困難であるが、CMCの4%水溶液に砂を懸濁して5、10、20%のものを調製し上記の実験を行なった。

第1表は使用した管の一覧表、第2表は物質の種類と吸収係数(Cs線源に対する値)を示す。但し砂についての値は計算値である。

(第1表)

管名	外径	内径
1½" ビニール管	48.6 mm	40.8 mm
1½" 鋼管	48.3	41.6
3" ビニール管	89.5	78.7
3" 鋼管	89.8	80.8

(第2表)

物質名	吸収係数 μ(cm <sup>-1</sup> )
水	8.51×10 <sup>-2</sup>
空気	9.31×10 <sup>-5</sup>
土岐津珪砂	2.03×10 <sup>-1</sup>
CMC(4%水溶液)	8.78×10 <sup>-2</sup>

3. 測定 の 原理

強さ I<sub>0</sub> のガンマ線が厚さ t, 吸収係数 μ の物質中を透過すると  $I = I_0 \exp(-\mu t) \dots \dots \dots (1)$

ガンマ線束に幅があり、又物質中で二次の散乱があるので、一般の場合には Buildup factor B を用いて

$$I = BI_0 \exp(-\mu t) \dots \dots \dots (2)$$

第1報に示したように、ガンマ線束が管壁・固-液混合

物中を直列に且つ平行に進むと仮定すれば、次式で定義した混合物の吸収係数 μ<sub>m</sub> を使用して

$$\mu_m = (1 - \epsilon)\mu_s + \epsilon\mu_a \dots \dots \dots (3)$$

又 I<sub>0</sub> の代りに管のみを囲った場合の I, I<sub>a</sub> を使つて (2) 式は

$$I_m = BI_a (-\mu_m t) \dots \dots \dots (4)$$

となる。検出器での読み A<sub>m</sub>, A<sub>a</sub> は各々 I<sub>m</sub>, I<sub>a</sub> に比例したものであるから

$$A_m = BA_a \exp(-\mu_m t) \dots \dots \dots (5)$$

管内径を 2R, 管の中心からスリットの中心までの距離を x とすると、 $t = \sqrt{R^2 - x^2}$  であるから、あらかじめ空間率の分つた混合物について実験値から次式により、B を求めることができる。

$$B = \exp \left[ - (2.303 \mu_m) \times \left( \frac{1}{\mu_m} \log \frac{A_a}{A_m} - \frac{2}{2.303} \sqrt{R^2 - x^2} \right) \right] \dots \dots \dots (6)$$

B を求めておけば、管内位置 x における A<sub>m</sub>, A<sub>a</sub> の実測値から

$$\mu_m = \left( \log B + \log \frac{A_a}{A_m} \right) / t \dots \dots \dots (7)$$

により μ<sub>m</sub> が求まり、したがつて (3) 式により ε の分布を知ることができる。

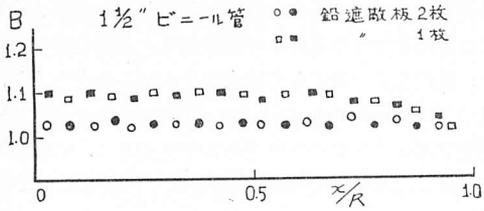
4. 実験 結果

前報で定義した λ を求めてみると、遮蔽鉛板 2 枚の場合には λ の値は 0 の付近に散らばる。このことは B がほぼ 1 に近いことを示しているの、λ を用いず B によつて結果を整理した。実験条件は第3表に示す。

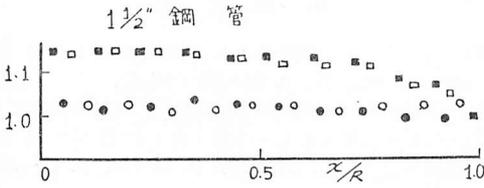
第2図~第6図に種々の実験条件の結果を图示した。遮断鉛板 1 枚と記したのは前報までと同じく線源側のみに置いた場合で、その際は検出器を管に接近させる。図において白い点は管の中心より上を示し、黒

(第3表)

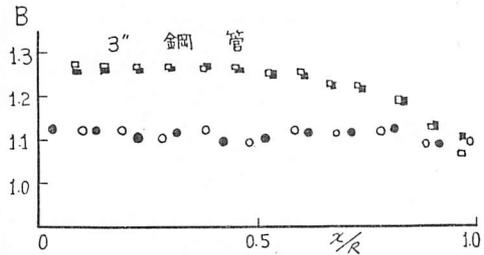
図	使用管	遮蔽鉛板の枚数	スリット幅	充填物
2-1	1½" ビニール管	1 及び 2 枚	5 mm	水
2-2	1½" 鋼管	"	5	水
2-3	3" "	"	5	水
2-4	3" ビニール管	"	5	水
3-1	1½" "	2 枚	5	水, 空気-砂, 水-砂
3-2	1½" 鋼管	2	5	"
4	3" "	2	5	"
5	1½" ビニール管	2	3	"
6	1½" "	2	5	CMC-5%, 10%, 20% 砂



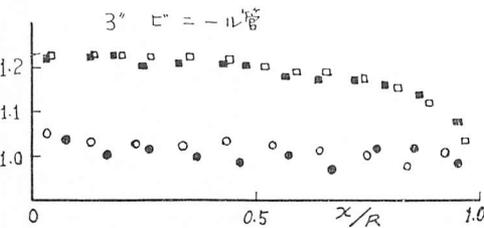
第 2 図-(1)



第 2 図-(2)



第 2 図-(3)



第 2 図-(4)

い点は下半分を示す。

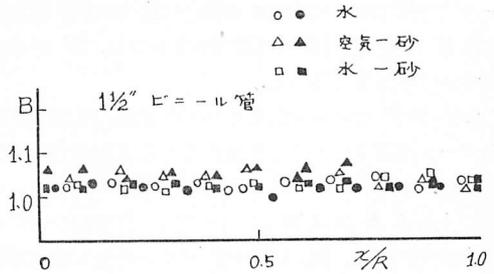
これらの図から次のことが分る。

(1) 管内に水のみを満した場合には遮蔽鉛板を 2 枚使用したときの方が、1 枚の場合よりも  $B$  が 1.0 に近くなる。 $x/R$  についても変化が少い。

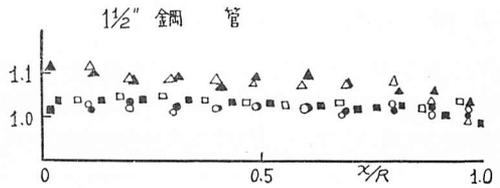
(2) 1½" ビニール管では水の場合だけでなく、空気-砂、水-砂の充填層についても  $B$  はほぼ 1.0 になる。

(3) 3" の管になると  $B$  の分布を示す。そして点のばらつきも多くなった。これは太い管、とくに鋼管の散乱による影響であろう。

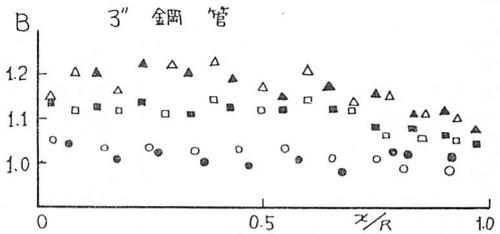
(4) スリット幅 3mm×20mm の場合、1½" ビニ



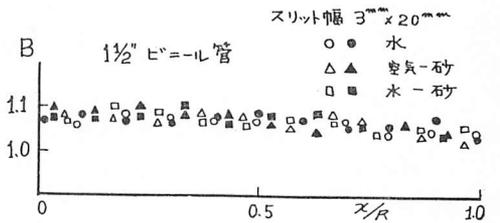
第 3 図-(1)



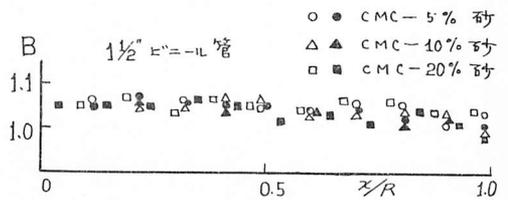
第 3 図-(2)



第 4 図



第 5 図



第 6 図

ール管では  $5\text{mm} \times 20\text{mm}$  の場合に比べて、予想されたほど  $B$  が更に 1.0 には近づかなかつた。3" パイプについても同様であつた。

(5)  $1\frac{1}{2}$ " ビニール管について砂 5%, 10%, 20% のデータは第 3 図から予想される通り  $B$  はほぼ 1.0 となつた。

以上から  $B$  が  $x/R$  についても、濃度についても変化が少い場合、例えば  $1\frac{1}{2}$ " ビニール管で遮蔽鉛板 2 枚の場合を用いれば、管内の空間率分布が測定し得ることがわかる。

## 5. 結 言

以上から  $B$  が  $x/R$  についても、濃度についても変化が少い場合、例えば  $1\frac{1}{2}$ " ビニール管で遮蔽鉛板 2 枚の場合を用いれば、管内の空間率分布を前報よりも

良く測定し得ることがわかる。しかし遮蔽鉛板 2 枚おくことによつて透過ガンマ線が弱く、濃度の精度が悪い。線源をより強くして検出器での読みを大きくし、且つ Radio-electric Cell 法の利点である補償回路を活用するよう更に研究を進める予定である。(昭和 39 年 4 月日本機械学会第 41 期通常総会学術講演会で講演)

## 引 用 文 献

- 1) 山下貞二・吉福功美：第 37 期通常総会講演会前刷集, No. 27, p. 95~98 ('64-4).
- 2) Durand : La Houill. Blancke, p. 124 (1953).
- 3) 山下・吉福・山本・山崎・坪：第 40 期全国大会講演会前刷集, No. 79, p. 13~16, p. 17~20 ('62-10).