

川崎重工業(株) 正員 〇門屋大二 正員 裾本龍雄
正員 坂井藤一 正員 恵来博文

1. はじめに

選択取水設備は、2成層型や連続成層型などの貯水池の密度分布形状や、必要取水量および要求される取水性
状(限界取水量、混入率)などの与えられた条件をもとにして、最適な規模・形状が設計される。この取水設備
の型式には、シリンダータイプ、直線タイプ(垂直式および傾斜式)などがあり、さらに直線タイプの呑口部にベ
ルマウスを取りつける方式など多種多様である。従つて、選択取水設備の的確な設計検討のためには、貯水池の
密度分布形状、取水量および設備の形式、と取水性状に關する広範で詳細な技術資料を必要としている。これら
に關する既往研究も数多く見られるが、目的を特定の狭い範囲に限定したものも多く、取水性状を形状要素、取
水位置などと関連させて系統的に追究したものは比較的少ない。この意味から、今回、2成層型貯水池における
各設備型式列の表層取水性状を把握することを目的に一連の物理模型実験を行った。本報告はこの実験結果の概
要について述べる。実験に使用した模型は、シリンダータイプ3種と直線タイプ3種である。

2. 実験概要

2.1 実験装置 長さ2m、幅2m、高さ1mの実験水槽で下層を塩水、上層を淡水とした2成層を作成した。
この水槽は2面で2室槽となっており、取水実験時外槽底面から注入した水が内外槽の仕切板を越流して、表層
水を静かに、界面を乱すことなく補給することができる構造となっている。

2.2 模型 図-1に示す通り、実際的によく使われる形状要
素をとり入れてモデル化した。

2.3 測定項目 上層水、下層水、取水性状は、導電率計によ
り塩分濃度を求め、数表により密度を計算した。また、上層と下
層の境界面付近は導電率計で取水毎に検査して、鋭い界面状態を
保持させた。下層塩水を着色し界面を目視できらようにもしてい
る。以下、下層混入率1%の時に限界取水量と定義している。

2.4 実験ケース 表-1に示すように各模型に対して限界取
水特性を求める実験と、比較的混入率の大きい場合の実験を行っ
た。また大渡モデルに対しては、堤外との距離が取水性状にあよ
び影響を調査した。

3. 実験結果

3.1 限界取水量 限界取水実験結果を次に示す無次元パラメ
-ターで整理し、実験式を求めた。結果を図-2~図-4に示す。
無次元パラメ-ター: $V_c/\epsilon g d$, $V_c/\epsilon g h$, $Q_c/\epsilon g d$, R_c , d/h , d_0/h , R_c
ここで V_c : 限界流速, ϵ : 相対密度差, g : 重力加速度, d :
限界界面距離, h : 取水深, Q_c : 限界取水量, R_c : 取水設備呑口
部半径(直線タイプでは換算半径), d_0 : 上層厚。これらの図より
 R_c , d_0 などの取水設備の形状要素や d/h , d_0/h などの取水位置に
よって限界取水量が変化していくことが分り従来に比し、詳細
であり合理的な設計検討が可能になったということができる。

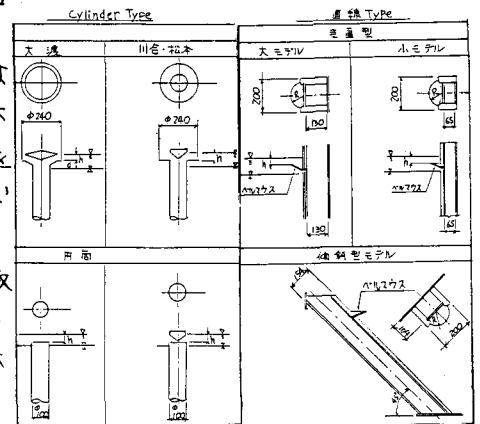


図-1 模型

表-1 実験ケース

模型	限界値 シリーズ		大流入率 シリーズ		壁との距離 シリーズ	
	流量: d	h	流量: d	h	流量: d	h
シリンダータイプ	大渡	500 ^{cc} 1.0	4.0 ^{cm} 1.0	500 ^{cc} 1.0	500 ^{cc} 1.0	4.0
	川崎・裾本	2.5 ^{cm} 0.55	2.5 ^{cm} 0.55	2.5 ^{cm} 0.55	2.5 ^{cm} 0.55	2.5
	円筒	4.800 ^{cm} 16.22	4.800 ^{cm} 16.22	4.800 ^{cm} 16.22	4.800 ^{cm} 16.22	4.8
直線タイプ	大	有	有	有	有	有
	中	有	有	有	有	有
	小	有	有	有	有	有
傾斜タイプ	大	有	有	有	有	有
	中	有	有	有	有	有

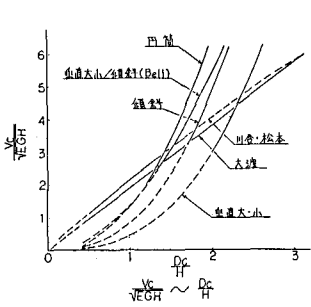


図-2

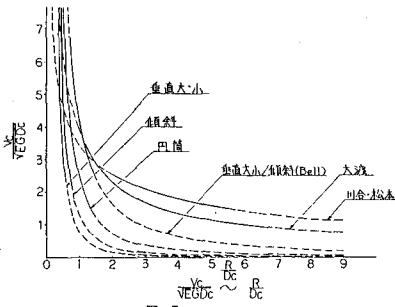


図-3

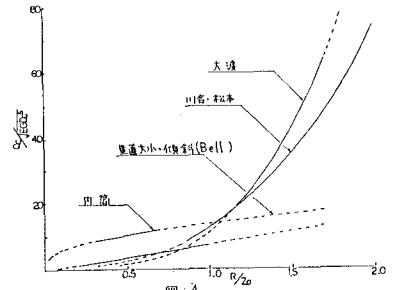


図-4

3. 2 混入率実験 3. 1 項で求めた算定式で Q_c , d_c を求めて、混入率 λ と h/d_c および $\log(d_c/d)$ の関係を整理すると、図-5、図-6の通りである。このように混入率を取水設備形状と関連させて定式化したものは、余り見られず、これらをもとに、混入の比較的大きな場合の取水性状を見積ることができる。

4. 既往研究との比較

今回の実験と同様な2成層表層取水問題に關し、川合・松本は、限界取水量を与える次の式を提案している。 $Q_c = 2\pi K_c \sqrt{EgZ_0^5} \dots (1)$ 但し $K_c = 0.65 \dots (R/d_0 \leq 0.5)$, $K_c = 0.93 (R/d_0 - 1)^{0.5} \dots (0.5 < R/d_0 \leq 1.5)$, $K_c = 0.44 (1 + R/d_0) \dots (1.5 < R/d_0)$

実験結果を、川合・松本の K_c と比較すると 図-7の通りであり、特に川合・松本と同一形状のモデルの実験結果は、(1) 式とほぼ一致することが確認され、実験の信頼性を確かめることができた。また、3. 1 項で求めた実験式を変形して、(1) 式と形を合わせて 相当する K_c を求めると、

$K_c = 1.92 (1 - h/d_0) (h/d_0)^{1/2} \dots (2)$ となり、(1) 式の K_c に比し R/d_0 のみならず、 h/d_0 のように取水口位置の函数として限界取水量を表わすことができるなど 設計検討上 有効な手段とすることができた。

また、取水設備が堤体からどの位離れた時取水性状に堤体の影響がなくなるかということとは大きな設計上の問題であるが、この点についても実験と解析を行ない、川合・松本の解析結果と照合中である。

さらに、自砂・安芸は、連続成層における表層取水についても取水層厚の算定式を提案しているが、今回の実験結果と照合した結果、今回の成果は、連続成層に対してもある程度 取水層厚や取水量が見積もれることが分かった。このように既往研究との比較照合により、今回の実験結果の信頼性を確かめると同時に、種々の考察を進めることができた。

5. おわりに

本研究の結果、各種形状の選択取水設備を、従来に比し合理性を高めて設計することが可能となった。今後は、連続成層、中層取水などについても検討していく予定である。おわりに 東大工学部の玉井教授の御指導・御指示に対し厚く御礼申し上げます。

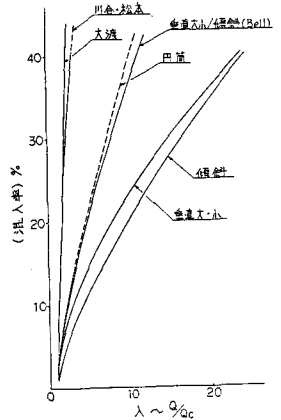


図-5

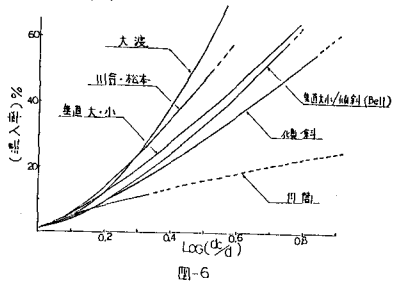


図-6

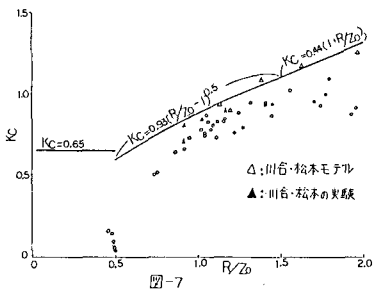


図-7