

新型下部集水装置「A/W有孔ブロック」の 基本性能

Basic Performance of A/W Underdrain Blocks



技術本部水処理第一技術部技術室
棚 橋 誠
Makoto Tanahashi
技術開発本部開発企画室
杭 出 義 也
Yoshiya Kuide

当社では、上水道をはじめ工業用水、下水3次処理等のろ過設備を広く納入してきた。そのろ過設備の要である下部集水装置は空気／水洗浄式有孔ブロックを採用し、ろ過、洗浄時の均等分配、損失水頭の低減、また材質の改善による容易な運搬／取扱いが可能となっている。改良型はメカニカルジョイントが可能な形状であるため、接合部からの水や空気のリークがない。また現場の据付作業は、ブロックを長手方向に長くしたことにより一池あたりの接合作業が少なくなり簡素化された。本報は、このA/W有孔ブロックの基本性能、設計基準、据え付け要領を報告する。

A/W underdrain blocks are applied to filtration systems for treatment of city water and industrial water, and tertiary treatment of sewage. The blocks, the key component to the filtration system, have such advantages as backwash with water and/or air, uniform flow distribution, reduced headloss, easy transportation and handling owing to light material. Improved A/W underdrain blocks have the configuration that enables mechanical joint, preventing air and water from leakage. Installation work at site is simplified since joint work per filter is reduced with longer laterals. This paper introduces their basic performance, design criteria and installation method.

Key Words :

下 部 集 水 装 置	Underdrain system
ろ 過 池	Filter
メカニカルジョイント	Mechanical joint

ま え が き

急速ろ過装置は上水道をはじめ工業用水道に広くもちいられてきたが、生活、農業用水の確保や水資源の有効利用、さらには公共水域の環境保全の面から、従来の分野のみならず、産業廃水さらには下水の三次処理用のろ過として急速ろ過装置の重要性は高いと言える。このような広い範囲の用途に適合させるためには急速ろ過装置の各部分の機能も改善向上させる必要がある。とくに下部集水装置はろ過

・洗浄の効果に大きく影響する大切な役割を果たすものである。

A/W有孔ブロックは、これまで当社でろ過設備の下部集水装置として納入してきた既存の集水装置の特長である、ろ過工程における均等な集配水性、水、空気による逆流洗浄時の均等な分配性ならびにろ過・洗浄での低い損失水頭等を継承するとともに、現地施工の簡素化を目的とした、本体形状の変更、専用接続工具によるメカニカルジョイントへの変更と

いった点で改良を実現した。

A/W有孔ブロック名称の「A」は「Air」の略称、「W」は「Water」の略称であり、空気、水それぞれ単独の洗浄への適用はさることながら、空気、水同時洗浄に対しても適用ができることを意味する。本報では、このA/W有孔ブロックの紹介、各種試験結果を報告するとともに、設計基準、据付要領をまとめる。

1. A/W有孔ブロックの概要

1.1 構造

A/W有孔ブロックの装置外観を写真1に示す。

A/W有孔ブロックは送水室と分散室に区別された二段構造になっており、その均圧効果によりろ過室前面にわたって逆洗時の噴出流量の均等性を大きく向上させている。ブロックは逆洗ポンプをもちいずに装置内部の洗浄用水で逆洗する自動ろ過装置に適用させるため、損失水頭をきわめて小さくさせている。

1ブロックの本体寸法は270 mm^W×382 mm^H×1248 mm^Lである。送水室の断面は逆洗時の水や空気の流速を低くおさえるため、十分な大きさになっている。送水室と分散室の間には傾斜した仕切壁があり、水オリフィスと2段の空気オリフィスによって連通しており、さらにブロックの上部表面には小さい間隔であけられた多数の噴出オリフィスがあり、空気、水が全面から均等に噴出する。とくに空気は送水室の上部の形状が三角形状になっており、ここに空気層が形成されて空気洗浄時の均等分配が可能となる。

A/W有孔ブロックは耐水性に優れ、十分な耐摩耗性を持つ発泡成形ポリエチレン製であり、平滑な表



写真1 A/W有孔ブロック

面と精密なオリフィス孔を有している。各ブロックはろ過装置の長さに応じて必要数が接合される。接合は作業の容易なメカニカルジョイントでおこない、空気や水の洩れは完全に防止される。

1.2 材質

ブロック	高密度ポリエチレン
モルタル	普通ポルトランドセメント： 砂＝1：2（重量比）
エンドキャップ	高密度ポリエチレン
エンドプレート	ポリエチレン
Oーリング	EPT
ブリッジング	ポリスチレン、PVC
アンカーロッド	鋼材

1.3 設計強度

A/W有孔ブロックの取り付け時強度は、最大逆洗流速の圧力の2倍以上の内部圧に基づいて設計してある。また、空気洗浄の初期および終期に起る動圧力に対しても十分な安全係数を加味している。また船積み、運搬、据え付け時に対する強度は十分見込んである。

A/W有孔ブロックの製品特性は次のとおりである。

- 1) ブロック上面での耐圧力 0.18～0.3 MPa
- 2) 吸水性 0.01 %以下
- 3) 曲げ強さ 617～764 MPa
- 4) 資機材等の材質に関する試験

（厚生労働省告示第45号）

濁度	0.1度以下
色度	0.5度以下
有機物等（過マンガン酸カリウム消費量）	1.1 mg/L
残留塩素の減量	0.6 mg/L
臭いおよび味	異常なし
その他物質	全て基準値以下

1.4 形状および寸法

A/W有孔ブロック本体の形状と寸法を図1に示す。従来品より全長で約0.3 m延長したこと、両端の接続部を改良したこと、上面のリブを増やしたことなどにより、実用強度が増している。

2. A/W有孔ブロックの特長

2.1 流速の均等性がよい

一般に流速の均等性はろ過・洗浄にきわめて重要であり、局所的な過剰流速はろ層や支持床を乱したり不陸を起す。とくに低流速の箇所は洗浄不良となるおそれがある。

A/W有孔ブロックは二段構造による均圧効果により、あらゆる流速において逆洗中の不均等性はおさ

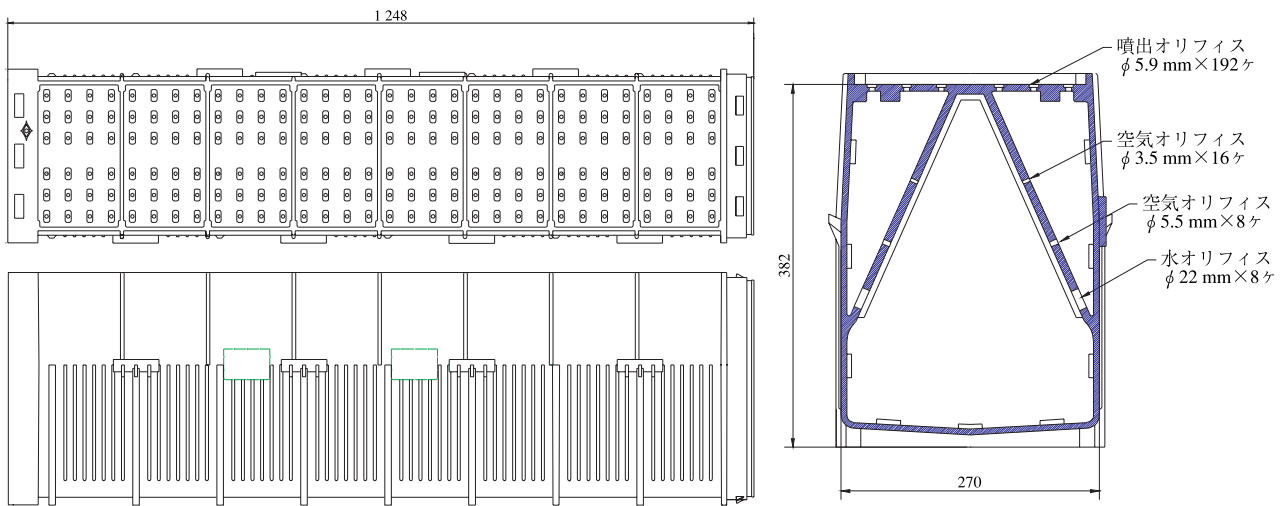


図1 A/W有孔ブロックの形状

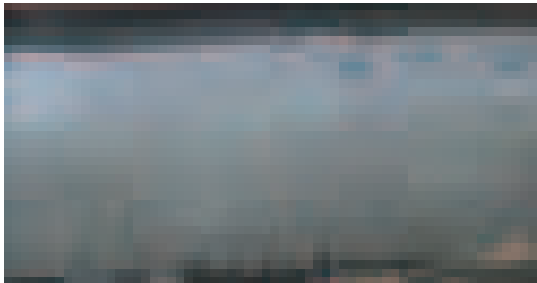


写真2 逆洗時の均等性

えられる。写真2に逆洗時の均等性を示す。

2.2 損失水頭が小さい

均等性を保持しながらも、ろ過面積に対する噴出孔全面積の開口比が大きいため、逆洗時の損失水頭は小さくすることができる。他のストレーナ型や有孔管型などの集水装置では逆洗流速が0.6~0.7 m/minにおいて500~1500 mmAqに対し、A/W有孔ブロックは150~210 mmAqである。

2.3 施工性がすぐれている

発泡成形ポリエチレン製で軽く、1ブロック当たり13kg程度であり、運搬が容易である。ブロック間の接合は特殊設計された工具を用いた簡単な取り付け作業で完全に漏水を防ぐことができる。

2.4 耐食性、耐圧性がよい

質的安定性があり、耐食性、耐摩耗性に優れる。強度も十分あり、下向きの荷重に対しては0.18 MPa以上の耐圧がある。

2.5 空気・水洗浄ができる

A/W有孔ブロックは特殊断面構造により送水室の上部に空気層が構成され、均等な空気洗浄あるいは空気・水の同時洗浄がおこなえる。

2.6 ろ層内の雰囲気改善する

三次処理用ろ過装置や深層の活性炭ろ過装置ではろ層内部が腐敗や嫌気状態になりやすく、ろ材が膠泥化したり、金属の溶出が起きる。

空気洗浄により酸素を導入することによってろ層内の雰囲気が改善される。

2.7 安定した空気洗浄

一般の空気洗浄としてストレーナや多孔管方式などでは噴出口の間隔が大きく「デッドスペース」が生じ、ろ材の汚染が進行したり、噴出時の圧力変化によりエア・バインディングが起り、支持床を乱したりする。

A/W有孔ブロックは送水室から分散室へは空気調節オリフィスで空気量と圧力を調整した上、ブロック上部の全面に設けられた多数の噴出オリフィスから空気を均等に噴出させるので「デッドスペース」や「エア・バインディング」は起らず、安定した空気洗浄ができる。また上面の噴出オリフィスは二重形状をしており、たとえ噴出オリフィスの真上に砂利がのっても閉塞されることはなく、両サイドより水、空気が噴出する。

3. 各種集水装置の比較

他の集水装置やA/W有孔ブロックの比較を表1、2に示す。

4. 設計基準

4.1 逆流洗浄速度

0.4~1.2 m/min (使用するろ材や水温により決める)
一般には0.6~0.8 m/minである。

4.2 空気洗浄速度

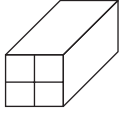
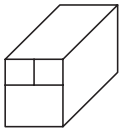
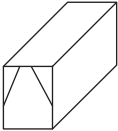
0.3~1.4 m_s/min
一般には0.8~1.2 m_s/minである。

表1 集水装置の比較

項目	A/W 有孔ブロック	ボイラー型	ストレナー型	有孔管型	多孔板型
構造	角型二段構造	倒角錐型	ディスク型 スリット型	有孔枝管	多孔平板
材質	高密度 ポリエチレン	本体：コンクリート成型 球：磁製	合成樹脂	鋼管 PVC管	アルミナ焼結 ポーラスコンクリート
噴出孔径 (mm)	5.9	12-16	(間隙) 0.2-3	6-12	—
開孔比 (%)	1.45	0.25-0.4	(取り付け短管) 0.25-0.4	0.2	—
逆洗流量均等性 (±%)	3以下	3以下	2-5	3-5	3以下
逆洗時損失水頭 (mmAq)	150	700-900	500-1000	700-1500	200-500
底盤よりの高さ (mm)	400	800-1200	300-700	200-500	300-800
評価	均等性良好 損失水頭が特に小さい 施工容易 噴出間隔が小さい 空洗併用可能	耐久性良好 均等性良好 施工困難 池深が大となる 噴出間隔が大きい	施工容易 閉塞し易い 噴出間隔が大きい 損失水頭大	施工容易 腐食・磨耗あり 均等性悪し 損失水頭大	全面噴出 空洗併用可能 閉塞し易い

〔注記〕 逆流洗浄時損失水頭は逆流洗浄速度0.6 m/min時の値を示す。

表2 各種有孔ブロックの比較

項目	陶磁器製有孔ブロック		A/W 有孔ブロック
	標準型	自動逆洗型	
断面形状			
材質	陶磁器製	同 左	高密度ポリエチレン
重量 (kg/個)	43	41	13
ろ層 (mm)	600以上	600以上	600以上
砂利層 (mm)	200以上	200以上	200以上
池底より砂層上面までの高さ (mm)	1075以上	1250以上	1190以上
流路方向でのブロックの接合方法	単に突合せて設置したのち下部に均しモルタルと上面V溝部にモルタル充填	同 上	メカニカルジョイントで嵌合させ、側部下部にモルタルを敷く。
噴出孔	孔径 (mm)	4	5.9
	孔数 (個数/m ²)	510	531
開孔比 (%) 〔ろ過面積に対する噴出孔全面積〕	0.64	1.46	1.45
逆洗時 損失水頭 (mmAq)	逆洗速度0.6 m/min時	750	150
	逆洗速度0.7 m/min時	1000	210
逆洗時の流量均等性 (±%) (流路長さ 9m において)	2以下	3以下	3以下
価格 (据え付け費含む)	標準価格	材料費が割高になる	据え付け費が安い
耐久性	最も大	同 左	大
耐衝撃性	少々劣る	同 左	最も大
据え付け作業	複雑 (重機類必要)	同 左	きわめて容易
評価	損失水頭小さく、均等性良好。 耐久性に優れている。 現地作業が複雑である。 ブロックの接合に難点がある。	損失水頭小さく、均等性良好。 現地作業が容易で、割安になる。 ブロックの接合は確実である。 必要に応じて空洗併用可能。	損失水頭小さく、均等性良好。 現地作業が容易で、割安になる。 ブロックの接合は確実である。 必要に応じて空洗併用可能。

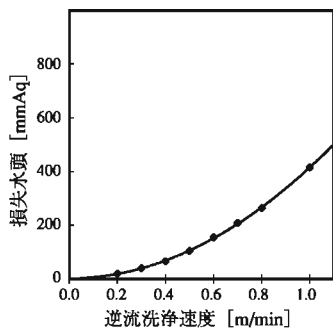


図2 水洗浄時の損失水頭

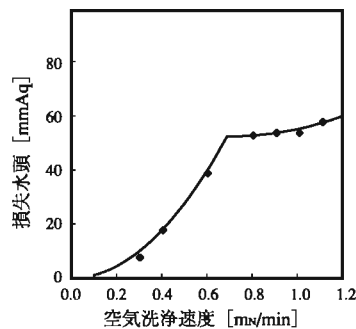


図3 空気洗浄時の損失水頭

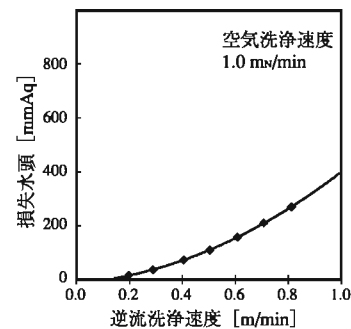


図4 水、空気同時洗浄時の損失水頭

4.3 トラフの配置

越流する縁の間隔は1.5 m以下とする。

4.4 A/W有孔ブロックの設置寸法

A/W有孔ブロックの外型寸法は $270\text{ mm}^w \times 382\text{ mm}^h \times 1\,248\text{ mm}^l$ であり、ろ過装置に設置する基準を次に示す。

4.4.1 ウォールスリット型

幅方向設置寸法：300～320 mm

長手方向設置寸法：

フリユームブロック（1個）

$1\,248\text{ mm} + 6\text{ mm}$ （エンドキャップ増加分）
= $1\,254\text{ mm}$

フィルタブロック（n個）

$1\,248\text{ mm} - 40\text{ mm}$ （嵌合分）= $1\,208\text{ mm}$

メーキャップブロック（1個）

長手方向末端部寸法に応じて調節する。

4.4.2 フロントフリユーム型

幅方向設置寸法：300～340 mm

長手方向設置寸法：

フリユームブロック（1個） $1\,248\text{ mm}$

フィルタブロック（n個）

$1\,248\text{ mm} - 40\text{ mm}$ （嵌合分）= $1\,208\text{ mm}$

メーキャップブロック（1個）

長手方向末端部寸法に応じて調節する。

4.4.3 センターフリユーム型

幅方向設置寸法：300～340 mm

長手方向設置寸法：

フリユームブロック（1個） $1\,248\text{ mm}$

フィルタブロック（n個）

$1\,248\text{ mm} - 40\text{ mm}$ （嵌合分）= $1\,208\text{ mm}$

メーキャップブロック（2個）

長手方向末端部寸法に応じて調節する。

〔付記〕4.4.2, 4.4.3での長手方向の両端部はエンドプレート取付け後、壁面との間隙に50～100 mmのモルタルを充填する。

4.5 フリユーム寸法

フリユーム必要断面積（最小値）：

$$A = 0.137 W \quad [\text{m}^2]$$

$$W: \text{洗過室の幅} \quad [\text{m}]$$

フリユーム幅：0.6 m

フリユーム深さ： $A/0.6 = 0.228 W$ （最小値）[m]

4.6 空気洗浄管

ろ過池の洗浄はろ過効果に大きく影響をおよぼすため、ろ層全体が均等に洗浄できる方式とする必要がある。そこで当社ではA/W有孔ブロック内に必要空気量を確実に送り込むために、Iチューブ式空気洗浄管の設置を標準とする。とくに空気、水の同時洗浄をおこなう場合は、従来の空気洗浄管では管から噴出した空気は逆流洗浄流により横流れし、所定の集水装置に入らない可能性が考えられるため、直接に空気を下部集水装置に送るIチューブ方式が必要とされる。

空気管内流速を最大15 m/sとすると

空気主配管必要断面積（最小値）：

$$A = RLW/900$$

$$R: \text{空気洗浄流速} \quad [\text{m/min}]$$

$$L: \text{ろ過室の長さ} \quad [\text{m}]$$

空気分配管必要断面積（最小値）：

$$A = RLW/1\,800$$

オリフィス個数：各ラテラルごとに1個とする。全オリフィス穴からの空気量を均等とするために、オリフィス穴は所定の損失抵抗を有する径とする。〔付記〕配管材質はPVC, SUSのいずれかを使用する。

5. 損失水頭

1) 逆流洗浄速度と損失水頭

（水洗浄のみの場合）（図2）

2) 空気洗浄速度と内部空気オリフィスの損失水頭

（空気洗浄のみの場合）（図3）

3) 逆流洗浄速度と損失水頭

（空気と水の同時洗浄の場合）（図4）

空気洗浄速度は1.0 m³/minで一定とした。

6. 据 付

6.1 事前確認

最初にろ過装置本体内部の寸法と底盤の水平度を調べる。次いでウォールスリット型では開口部の高さ、フリューム型ではフリュームの位置寸法を確認する。

6.2 A/W有孔ブロックの据付

A/W有孔ブロックはろ過装置の長さに合わせて、ラテラル1組ごとにあらかじめ組み立て、水平基準モルタルの上に設置する。この場合、断面内部の空気オリフィスが±6 mm以内となるように水平を確保する。

ろ過室全面に設置した後に、ラテラル相互の間隙へモルタルをブロック上端より10 mm程度下げた位置まで充填し、水平にならす。

A/W有孔ブロックの取付け作業を写真3～5に示す。

6.3 最終検査

各ブロック上端の高さが±6 mmの範囲内であることを確認する。

A/W有孔ブロック上面の噴出孔が塞がったり汚れていないかを入念に調べる。3日以上放置したのち徐々に通水する。

支持床やろ材がすぐ充填されない場合はシートなどで全面を覆い、ブロックの破損や汚れ、特に噴出孔が閉塞されるのを防ぐ。

む す び

A/W有孔ブロックは、これまで当社で20年以上の実績のある下部集水装置の特長を継承し、さらにメカニカルジョイントが可能であり、簡素な据付作業を実現化する製品として開発することができた。

今後、このA/W有孔ブロックの優位性を活かし、上水道、工業用水および下水の三次処理等のろ過設備へ幅広く提供していく所存である。



写真3 A/W有孔ブロックの接続



写真4 A/W有孔ブロックの据付



写真5 モルタル充填