

# シラス加圧成形体の水質浄化への利用

化学・環境部 吉田健一，西 和枝

## Study on Utilization of Press-made Shirasu-block for Waste Water Treatment

Ken-ichi YOSHIDA and Kazue NISHI

シラス加圧成形体を用いて水質浄化の試験を行った。その結果、回分式による24時間後のBOD除去率は45.6%であった。また、硫酸鉄( )で表面処理を施した成形体では66.2%と、表面処理なしと比較して除去率が1.5倍向上した。

さらに、表面処理を行った成形体を階段状に配置し循環式による試験を行った結果、24時間後のBOD、全窒素及び全リンの除去率は、それぞれ93.2%、56.0%及び75.6%であった。また、試験を行った65日間において、閉塞することなく順調に運転ができた。この成形体表面の汚泥を顕微鏡で観察したところ、好気性の原生動物であるボルティケラ(*Vorticella*)やリトノツス(*Litonotus*)などを確認した。

**Keyword:** シラス加圧成形体, 水質浄化, 無閉塞

### 1. 緒 言

近年、海域や河川におけるBODや窒素、リンの水質浄化方法として、コンクリートやかき殻、鹿沼土、木炭などを用いた研究が進められており<sup>1), 2)</sup>、特に、ポーラスコンクリートを用いた水質浄化については、湯浅らにより研究が行われている<sup>3)</sup>。

当センターでは、シラス軽石とセメントを混合し、加圧することにより成形できる多孔質で、保水性に優れた成形体を開発した<sup>4)</sup>。この成形体の特性を生かし、水質浄化への利用を目的とする試験を行ったので報告する。

今回の回分式による試験では、コンクリート材料からの水酸化カルシウムなどのアクを防止する方法として、また、海藻の増殖に有効であり、微生物のそれにも有効であると考えられる硫酸鉄( )で表面処理を行った成形体についても試験を行った<sup>5)</sup>。

さらに、コンクリートなどを用いた水質浄化での課題である閉塞を防止するために、成形体を階段状に配置した装置での循環式による試験を行ったところ、閉塞することなく良好な結果が得られたので併せて報告する。

### 2. 実 験

#### 2.1 成形体

試験に用いた成形体は、粒径8~15mmのシラス軽石92%と普通ポルドランセメント8%を混合し、加圧成形した後、屋外で9ヶ月間養生したものを購入した。1個の成形体の大きさは、縦16cm、横19cm、高さ33cmの直方体で、重量は約7kgである。その拡大写真を図1に示す。

また、この成形体の見掛気孔率は、アルキメデス法により算出した。

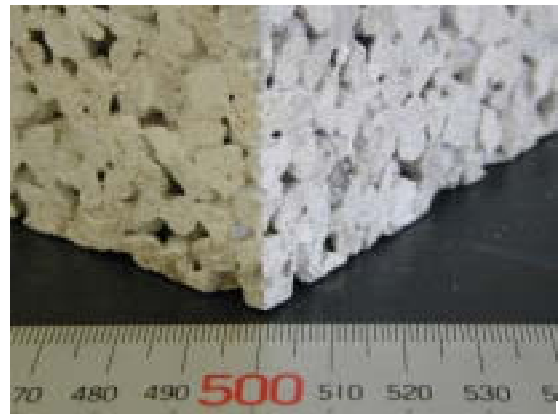


図1 成形体の写真

#### 2.2 通水試験

成形体の通水試験は、1個の成形体から直径約4cm、長さ7~8.5cmの円柱形のブロックを切り出し、これを4個

作成した。次に、図2の亚克力製の装置に1個ずつ充填して、その都度上方から水道水を流入させ、1Lの水道水が通過する時間を測定した。このとき、動水位が、成形体上端面から15cmとなるように流入水量を調整した。また、試験は床面に対して垂直及び30度の2つの条件で行った。



図2 通水試験の装置

2.3 回分式による水質浄化試験

成形体を2個使い,その全体を水道水と1%硫酸鉄( )に,それぞれ24時間浸漬して,浸漬前後における浸漬液のpH及び酸化還元電位(ORP)を測定した。表面処理なし及び硫酸鉄で表面処理を施した成形体を,それぞれ成形体A及び成形体Bとする。

まず,成形体A及びBは取り出し風乾したのち,加圧成形体への微生物の付着のために2個のポリプロピレン製の容器に種汚泥(国分・隼人公共下水道組合の返送汚泥,全蒸発残留物2,300mg/L)をそれぞれ10L投入し,成形体A及びBを浸漬した。その際,成形体の約半分(高さ15cm)は水面上に出た状態となった。各容器には,ブローヤにより給気(1,000L/min)を行い,表1のポリペプトンとグルコースを主体とする人工汚水(BOD10,000mg/L,BOD,窒素,リンの栄養バランスが100:8:2)を20倍希釈した汚水を1日1回200mL投入した。この作業を55日間行った。その後,成形体は容器から取り出し水切りを行い,回分式による試験を行った。

表1 人工汚水の組成

ポリペプトン	12 g / L
グルコース	6 g / L
リン酸二水素カリウム	0.85 g / L

回分式による試験は,先の人工汚水を20倍希釈した汚水を2つの容器に10Lずつ入れ,各成形体をそれぞれ再度浸漬し,ブローヤによる給気を行い,24時間におけるBOD,有機体炭素(TOC),pH,ORP及び液温を測定した(図3)。



図3 回分式による水質浄化試験 (左:成形体B 右:成形体A)

2.4 循環式による水質浄化試験

閉塞対策として,階段状に成形体を配置し循環式による浄化試験を行った。なお,試験は,2.3の結果より,BODの除去率が良好であった硫酸鉄で表面処理を施した成

形体を用いた。

成形体を3個使い,1%硫酸鉄( )溶液に成形体全体を24時間浸漬し,その後風乾した。次に,容器に2.3と同様の種汚泥40Lを入れ,これに表1の人工汚水を10倍に希釈した汚水10Lを投入した後に,ブローヤを用いて給気(1,000L/min)を行った。翌日以降は,人工汚水を1日1回800mL投入し,これを10日間行った。

次に,図4のように階段状にこの成形体を配置し,底面と側面はビニールシート及び木板で挟み固定した。成形体と床面との傾斜は25.7度であった。10L原水槽に人工汚水を10倍希釈した汚水5Lを投入して,流速1,750mL/minで循環させ運転を行った。翌日以降は,人工汚水を1日1回100mL投入し,この作業を65日間行い,閉塞の有無について経過を見た。

その後,循環式による試験は,人工汚水に硫酸アンモニウム5.6gを添加し(BOD,窒素,リンの栄養バランスが100:20:2),15倍希釈した汚水80Lを100L原水槽に投入した。そのうちの30Lは,装置内の汚水を置換するのに用い,使用した汚水は系外に放流した。次に,残りの汚水50Lを用いて,流速5,200mL/minで循環させ浄化試験を行い,24時間におけるBOD,TOC,全窒素,全リンやpH,ORP,液温の分析及び測定を行った。この際の成形体における流域は,断面積の約1/5であった。

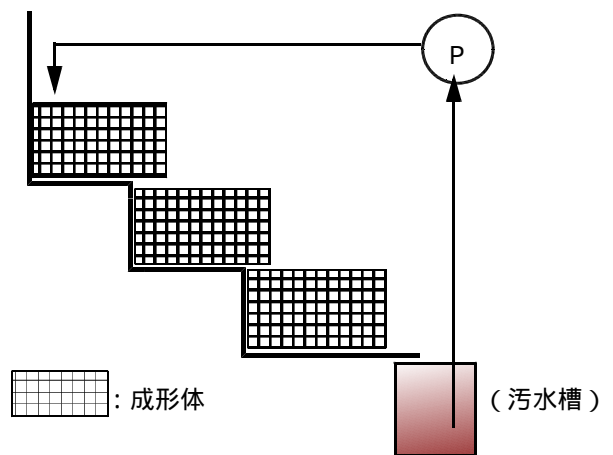


図4 循環式による水質浄化試験(側面図) (P:循環ポンプ)

2.5 分析方法

BOD及び全蒸発残留物は,JIS K 0102に準拠して分析を行い,TOCは,(株)住化分析センター製GCT-12N型を用いて求めた。

全窒素及び全リンの分析については,JIS K 0102に準拠して,それぞれ紫外吸光度法及びペルオキシ二硫酸カリウム分解法により行い,吸光光度は,(株)島津製作所製UV-2550を用いて求めた。

pHは、東京理化器械(株)製FC-10型を用い、ガラス電極法で測定した。ORPは、電気化学計器(株)製HBU-14型を用いて測定した。

3. 結果と考察

3.1 通水試験の結果

試験に用いた成形体の見掛気孔率は40.3%であり、ポーラスコンクリート<sup>3)</sup>の15~25%よりも高く、空間がより多いことで水を通しやすい構造であることがわかった。

次に、通水試験で測定した時間から、それぞれの高さにおける流速を算出し、成形体の断面積で除して単位面積あたりの流速に換算した。垂直及び30度における結果を図5に示す。

成形体を30cm充填したとき、成形体1cm<sup>2</sup>あたりの流速は30度の場合180mL/minであり、垂直の場合は、220mL/minであった。

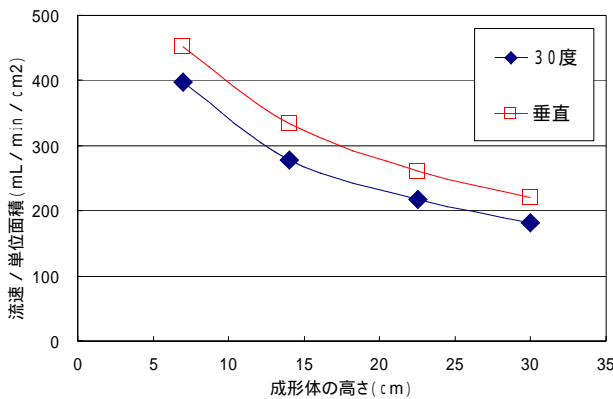


図5 通水試験の結果

3.2 回分式による浄化試験の結果

まず、成形体を水道水及び硫酸鉄( )溶液へ、それぞれ24時間浸漬した結果を表2に示す。成形体Aでは、pHが7.1から8.3とアルカリ域になった。成形体Bの表面は、酸化鉄により赤サビ色になり、pHは4.3から6.4に、ORPは182mVから-140mVとなった。特に、成形体Bは浸漬後のORPが大きく変動し、還元側へ移行した。

表2 24時間浸漬の結果

		pH / 液温 ( )	ORP (mV)
成形体A	浸漬前	7.1 / 20.0	307
	浸漬後	8.3 / 19.0	155
成形体B	浸漬前	4.3 / 20.8	182
	浸漬後	6.4 / 19.2	-140

次に、浄化試験の結果を表3及び図6に示す。成形体AのBOD及びTOCの除去率は、それぞれ45.6%及び39.8

%で、一方成形体Bは、66.2%及び51.7%と、成形体Bの方がより良好な結果であった。

表3 回分式による試験結果

	BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	pH / 液温 ( )	ORP (mV)
希釈汚水	500	340	6.8 / 11.9	221
成形体A	272	207	7.6 / 16.8	236
成形体B	169	166	7.4 / 17.1	248

この回分式による結果から、成形体A及びBはいずれも高いBOD除去率を示し、特に、表面処理を施した成形体Bは、Aよりも1.5倍良好であった。これは、微生物が良好に増加したためと考えられた。

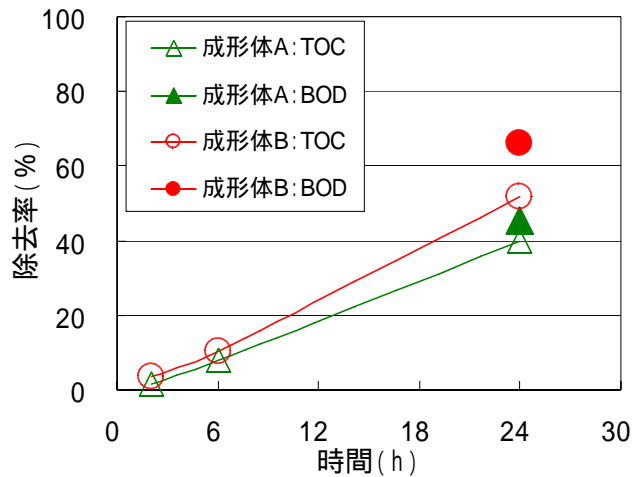


図6 回分式による試験結果

3.3 循環式による試験の結果

階段状に成形体を配置した閉塞の試験においては、微生物の増殖による流量の減少は発生せず、順調に運転ができた。

次に、浄化試験の結果を表4及び図7に示す。TOC、全窒素及び全リンの除去率は、12時間後において、それぞれ92.9%、73.5%及び59.1%であり、特にTOCは、9割以上が除去された。また、24時間後においては、BOD、TOC、全窒素及び全リンの除去率は、それぞれ93.2%、97.5%、56.0%及び75.6%と、いずれも高い除去率であった。

表4 循環式による試験結果

	BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	全窒素 (mg/L)	全リン (mg/L)	pH / 液温 ( )
希釈汚水	663	353	144	13	6.7 / 27.7
24時間後	45	9	63	3	7.5 / 24.5

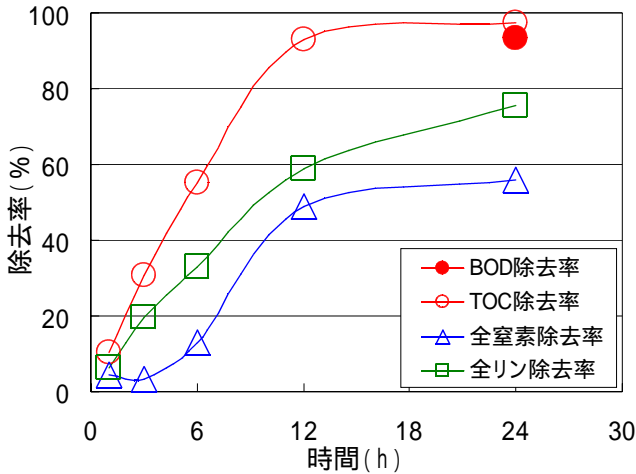


図7 循環式による試験結果

なお、24時間後のpHは7.5(液温24.5)で、ORPは301mVで好氣的に水質浄化ができており、悪臭の発生はなかった。

24時間後の成形体表面の汚泥を顕微鏡で観察したところ、好気性条件で見られるボルティケラ(Vorticella)、アメーバ(Amoeba)、リトノツス(Litonotus)などを確認した(図8)。



図8 階段式における微生物写真

4. 結 言

シラス加圧成形体を用いた通水試験や回分式及び循環式による水質浄化試験を行い、以下のことがわかった。

- (1) 通水試験の結果、加圧成形体を30cm充填したときは、1cm<sup>2</sup>あたりの流速が30度の場合180mL/minであり、垂直の場合220mL/minであった。
- (2) 回分式による試験の結果、24時間後のBOD除去率は45.6%であった。また、硫酸鉄( )で表面処理を施した成形体では66.2%であり、表面処理なしと比較して1.5倍除去率が向上した。
- (3) 階段状の装置を用いた循環式による試験の結果、24時間後におけるBOD、全窒素及び全リンの除去率は、それぞれ93.2%、56.0%及び75.6%であり、高い除去率を示した。

以上のことから、シラス加圧成形体を用いた水質浄化は、BOD、窒素及びリンの除去に非常に有効であることがわかった。

参 考 文 献

- 1) 松本豊, 乾拓雄, 北條文靖, 福井潤一郎: 静岡県静岡工業技術センター研究報告, 42, 51-56 (1997)
- 2) 加藤進, 国分秀樹, 岩崎誠二, 高橋正昭: 三重保環研年報, 46 (2001)
- 3) 湯浅幸久, 村上和美, 前川明弘, 松岡敏生, 舟木淳夫: 三重県科学技術振興センター工業技術総合研究所研究報告, 25, 84-86 (2001)
- 4) 袖山研一, 吉村幸雄, 瀬知啓久, 吉田健一, 瀧石和人: 特願2002-257068
- 5) 鈴木哲緒, 石川芳一, 川島敏: 材料と環境, 45, 725-727 (1996)