

低水位河川等からの有効取水に関する研究 (第2報)

細谷 昌右*, 湯浅 弘章*, 森永 健治*, 佐藤 衛寿*

概要

「低水位河川等からの有効取水に関する研究(第1報)」では、市販されている低水位河川用吸水器具として、製品1号及び製品2号について吸水性能検証を行った。その結果、製品1号及び製品2号の吸水限界水位は5 cmであり、現在消防隊に装備されている吸水ストレーナー(以下「現用ストレーナー」という。)の吸水限界水位15 cmより優れていた。一方、枯葉混入吸水実験では、製品1号及び製品2号は、現用ストレーナーと比較して枯葉による吸水部分の目詰まりが起りやすかった。

本報告書では、製品1号及び製品2号について、枯葉混入吸水実験よりも厳しい条件で吸水実験を行い、これら低水位河川用吸水器具の吸水性能について検証した。また、ポンプ車機関員に製品1号及び製品2号の操作性等についてアンケート調査を行い、災害現場での実用性・有効性について検証した。

その結果は、次のとおりである。

- 1 簡易水槽における枯葉・泥混入吸水実験では、現用ストレーナーの吸水性能が最も高く、次いで製品2号、製品1号の順であった。
- 2 ポンプ車機関員に対するアンケート調査では、製品1号の方が水利部署時の操作性が良く、安定した吸水ができるとの回答が得られた。

1 はじめに

低水位河川用吸水器具に求められる性能は、藤かご付現用ストレーナーでは吸水不可能な吸水障害物が散在する低水位河川からの継続吸水能力である。

そこで本研究(第二報)では、低水位河川用吸水器具について、枯葉・泥混入吸水実験による吸水性能の検証、及びポンプ車機関員に対するアンケート調査による実用性・有効性の検証を目的とする。

2 吸水器具の種類

製品1号、製品2号及び藤かご付現用ストレーナーの形状、構造及び基本吸水性能を比較したものを表1に示す。なお、基本吸水性能は、「低水位河川等からの有効取水に関する研究(第一報)」において検証実験により得られた測定値である。

表1 各吸水器具の比較

吸水器具	製品1号	製品2号	藤かご付現用ストレーナー
寸法	外形 300 mm 高さ 246 mm 円盤高さ 45 mm	台板 340×215 mm 高さ 127 mm	φ110×235 mm
質量	約 3.5 kg	約 3.5 kg	約 0.4 kg
材質	本体 アルミ合金 メッシュ部 ステンレス	本体 ステンレス 口金 アルミ合金	ポリプロピレン
結合部	75 mmメスねじ式	65 mm町野式	75 mmメスねじ式
最大吸水量	1040 L(リットル)/分 (水位 10 cm)	1020 L/分 (水位 10 cm)	1130 L/分 (水位 30 cm)
吸水限界水位	5 cm	5 cm	15 cm

*第三研究室

3 枯葉・泥混入吸水実験

(1) 日程等

- ア 日程 平成 17 年 2 月 15 日
- イ 場所 東京消防庁消防科学研究所総合実験室前
- ウ ポンプ車 研究所 1
A2 級 2 段 R-3 ポンプ
- エ 水利 簡易組立水槽
(内形は 1 辺 110 cm の正六角形、高さ 90 cm)

(2) 実験方法

製品 1 号、製品 2 号及び藤かご付現用ストレーナーを対象に、簡易水槽に枯葉 300 枚、泥 600 g が混入している条件で吸水実験を行う。泥は、河川中のヘドロに類似した形状の 30 mm アンダー腐葉土 (30 mm メッシュを通過した腐葉土のみをパッケージしたもの。写真 1 参照) を使用した。時間経過に伴い枯葉・泥が吸水器具に付着していく過程で、変化する吸水量を測定する。

なお、65 mm ホースを 2 線延長し、23 mm スムースノズルにより 2 口放水する。実験概略図を図 1 に示す。

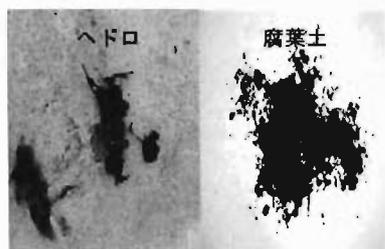


写真 1 ヘドロと腐葉土

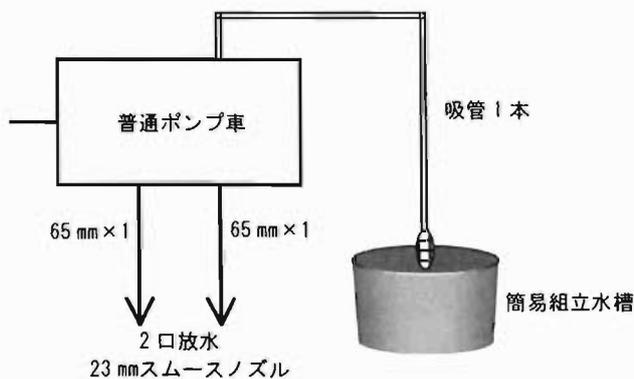


図 1 枯葉・泥混入吸水実験概略図



写真 2 簡易組立水槽



写真 3 使用ポンプ車

(3) 実験条件

実験順序等の実験条件を表 2 に示す。製品 1 号による実験を実施した後、水位 20 cm まで増水する。藤かご付現用ストレーナーによる実験を実施した後、水位 10 cm まで減水する。よって、減水時に若干の枯葉・泥が流出している可能性がある。

表 2 枯葉・泥混入吸水実験条件

実験順序	1	2	3
吸水器具	製品 1 号	藤かご付 現用ストレーナー	製品 2 号
水位	10 cm	20 cm	10 cm

(4) 実験結果

ア 製品 1 号実験結果

製品 1 号の実験結果を表 3、枯葉・泥混入時の吸水の様子を表 6 に示す。

製品 1 号は、実験 2 回目では吸水開始 7 分後に落水した。また、藤かご付現用ストレーナーと比較すると平均吸水量は相対的に少ない。(表 3、表 4 参照)

表3 製品1号の吸水実験結果

製品1号			
水位 10 cm		※実験3回の平均値	
時間経過	吸水量	経過時間	吸水量
1分	170 L/分	6分	50 L/分
2分	70 L/分	7分	30 L/分
3分	70 L/分	8分	30 L/分
4分	70 L/分	9分	30 L/分
5分	50 L/分	10分	30 L/分

イ 藤かご付現用ストレーナー実験結果

藤かご付現用ストレーナーの実験結果を表4、枯葉・泥混入時の吸水の様子を表7、に示す。なお、藤かご付現用ストレーナーの吸水限界水位が15 cmであることから、水位は20 cmとした。

表4より、枯葉・泥が散在する水利でも十分な水位があれば、藤かご付現用ストレーナーの継続吸水性能は相対的に高い。なお、藤かご付現用ストレーナーの吸水限界水位は15 cmである。したがって、水位15 cm以上の水利であれば、藤かご付現用ストレーナーの使用が効果的である。

表4 藤かご付現用ストレーナーの吸水実験結果

藤かご付現用ストレーナー			
水位 20 cm			
時間経過	吸水量	経過時間	吸水量
1分	930 L/分	6分	560 L/分
2分	780 L/分	7分	560 L/分
3分	690 L/分	8分	560 L/分
4分	600 L/分	9分	550 L/分
5分	590 L/分	10分	530 L/分

ウ 製品2号実験結果

製品2号の実験結果を表5、枯葉・泥混入時の吸水の様子を表8に示す。

製品2号は、落水することなく10分間の継続吸水が可能であったが、藤かご付現用ストレーナーと比較すると吸水量は相対的に少ない。(表4、表5参照)また、水位10 cmにするための減水により枯葉・泥が若干流出している可能性を考慮すると、製品2号の枯葉・泥の吸水障害物に対する継続吸水性能は、藤かご付現用ストレーナーに比べて低い。

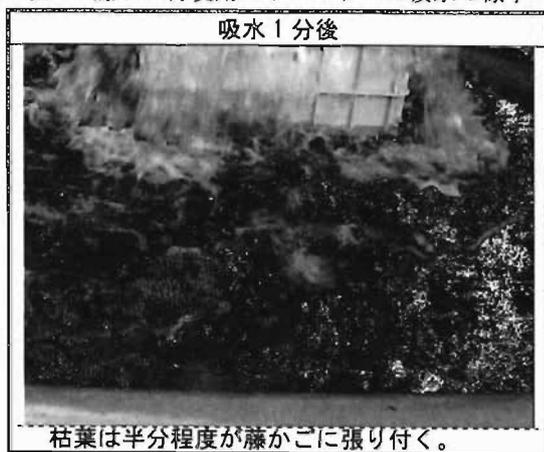
表5 製品2号の吸水実験結果

製品2号			
水位 10 cm			
時間経過	吸水量	経過時間	吸水量
1分	760 L/分	6分	170 L/分
2分	430 L/分	7分	150 L/分
3分	340 L/分	8分	180 L/分
4分	290 L/分	9分	170 L/分
5分	200 L/分	10分	170 L/分

表6 製品1号の吸水の様子



表7 藤かご付現用ストレーナーの吸水の様子



枯葉は半分程度が藤かごに張り付く。



吸水 1 分後と変化は無く、吸水量の減少は少ない。



吸水 4 分後から吸水量はほとんど変化しない。

表8 製品 2 号の吸水の様子



徐々に枯葉・泥が本体へ集まり、ボックス内に吸入されていく。



枯葉はほとんど本体へ吸入され、吸水量は著しく減少している。



吸水 5 分後位から少量ながら吸水量を維持している。

(5) 各吸水器具実験結果の比較

各吸水器具の枯葉・泥混入吸水実験結果を図2により比較する。

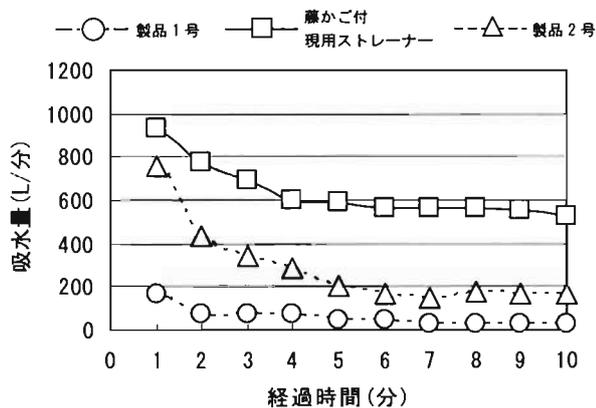


図2 枯葉・泥混入吸水実験結果

ア 図2より、製品1号は吸水開始1分後に吸水量200 L/分を下回っている。製品2号は吸水開始6分後に吸水量200 L/分を下回っている。吸水開始10分後、製品2号は製品1号よりも吸水量は140 L/分多い。

イ 製品1号及び製品2号ともに、藤かご付現用ストレーナーでは吸水不可能な水位10 cmにおいて、10分間の継続吸水が可能であった。

ウ 藤かご付現用ストレーナーは、吸水開始10分後、500 L/分の吸水量を維持した。

エ 今回の実験で、藤かごは枯葉・泥が散在する水利からの吸水時に有効であることが分かった。よって、藤かごの構造を、補助器具等として採り入れ、製品1号及び製品2号に装着することにより、吸水障害物の散在する低水位河川から、長時間有効に吸水できる可能性がある。

4 アンケート調査

(1) 調査方法

ポンプ車機関員に、製品1号及び製品2号を使用して実際の河川から吸水した際の操作性等について、5つの質問に回答してもらう。

(2) 調査対象者

消防署にポンプ車機関員として勤務する当庁職員4名に対してアンケート調査を行う。(表9参照)

(3) 調査結果

アンケート調査結果を表10に示す。

表9 アンケート調査対象者

年齢	性別	勤続年数	機関員経験年数	河川使用経験
30歳	男性	12年	7年	有
33歳	男性	15年	10年	有
36歳	男性	17年	15年	有
42歳	男性	18年	15年	無

表10 アンケート調査結果

質問1	河川への設定がしやすいのはどちらですか。
回答	製品1号 (回答者数4名)
理由	① 河川に対して水平に設定しやすい。 ② 災害時の吸水の他に水防活動時の排水活動にも活用できる。 ③ 河川に投入する際、自在継ぎ手が動くため設定しやすかった。 ④ 円盤部の高さが薄く、水位が低くても吸水できそうな状態だった。
質問2	吸水時、吸水器具が安定しているのはどちらですか。
回答	製品1号 (回答者数2名)
理由	① 軽量で、形状も水面に対して常に平行を保てる。 ② 川底への接地面が安定する。
回答	製品2号 (回答者数2名)
理由	① 軽量である。 ② 静止した水中では渦を作らなかった。
質問3	スムーズに流量を上げられ、安定して吸水できるのはどちらですか。
回答	製品1号 (回答者数3名)
理由	① 吸水量はどちらも変わらないが、平板に乗せるなどの工夫により吸水量が安定する。 ② 計器類の数値が安定していた。 ③ 多方向からの吸水に優れている。
回答	差異無し (回答者数1名)
質問4	河川のごみ等で目詰まりしにくいのはどちらですか。
回答	製品1号 (回答者数3名)
理由	① 目詰まりしても吸水部分が露出しているため、付着したごみを除去しやすい。 ② 放水時間が長い。 ③ 製品2号は目詰まりする部分が見えない。
回答	製品2号 (回答者数1名)
理由	① 製品1号は吸水に優れる反面、多方向からごみを吸いやすい。
質問5	消防署に配置されるとしたら、どちらの吸水器具を希望しますか。
回答	製品1号 (回答者数4名)
理由	① 排水作業等、別用途でも活用が図れる。 ② 河川への安定した設定が可能で、使いやすい。 ③ ごみ等の目詰まりに対して改良できれば有効である。

(4) アンケート調査結果より、質問1及び質問5において回答者全員が製品1号と回答している。主な理由として、自在継ぎ手により河川へ設定しやすいことが挙げられている。

(5) 質問3及び質問4については、回答者4名中3名が製品1号と回答している。吸水時、ごみ等が吸水部分に付着した際、製品1号のほうが除去しやすく、製品2号は除去しにくいことが理由として挙げられている。

(6) 質問2では、製品1号と製品2号とで互角の回答数が得られた。両製品とも質量約3.5kgであり、ポンプ車機関員に軽量と感じられていることから、適度な質量であると考えられる。

(7) アンケート調査結果を集計したものを図3に示す。

図3より、本アンケート調査では、質問2を除き、製品1号と回答するポンプ車機関員の方が多かった。

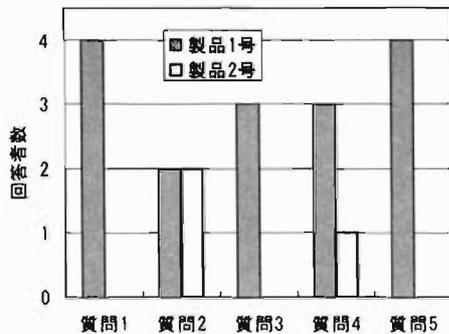


図3 アンケート調査結果グラフ

7 考察

(1) 各吸水器具の基本吸水性能

製品1号及び製品2号の最大吸水量・吸水限界水位について、それぞれ同等の性能を有している。両吸水器具は、藤かご付現用ストレーナーでは吸水不可能な水位10cmで、藤かご付現用ストレーナーより約10%減の最大吸水量を確保できる。(表10参照)

表10 各吸水器具の基本吸水性能

吸水器具	製品1号	製品2号	藤かご付現用ストレーナー
最大吸水量(水位)	1040 L/分 (10 cm)	1020 L/分 (10 cm)	1130 L/分 (30 cm)
吸水限界水位	5 cm	5 cm	15 cm

(2) 枯葉・泥混入吸水実験

ア 枯葉・泥混入吸水実験において、製品1号及び製品2号は、藤かご付現用ストレーナーでは吸水不可能な水位10cmにおいて、10分間の継続吸水が可能であった。吸水量は30~170 L/分であった。

イ 藤かご付現用ストレーナーは、水位20cmにおいて、10分後の吸水量は530 L/分であった。藤かご装着による枯葉・泥の付着や吸入の防止効果が確認された。

ウ 製品1号及び製品2号は、藤かご付現用ストレーナーでは吸水不可能な水位10cmでの吸水が10分間継続可能であったことから、低水位の水利において有効である。

一方、水位20cmにおける藤かご付現用ストレーナーの吸水開始10分後の吸水量は、水位10cmにおける製品1号及び製品2号の吸水量と比較すると、約3~17倍になることから、十分な水位が確保できるのであれば、藤かご付現用ストレーナーの活用は有効である。

エ 現用ストレーナーは、藤かごを装着することにより、枯葉・泥の付着や吸入を防ぎ、長時間安定した継続吸水ができる。

一方、製品1号及び製品2号は、枯葉・泥が吸水部分に付着し、時間経過に伴い吸水量は減少する。よって、製品1号及び製品2号に装着可能な、藤かごの性質を有する補助器具などにより、吸水量の減少を防げる可能性がある。

(3) アンケート調査

ア 各質問に対して、製品1号と回答した理由として、形状に関するものが多かった。製品1号は円盤型で高さ4.5cmと薄型であることから、低水位河川への設定操作時に有効と感じたポンプ車機関員が多い。

イ 吸水時に吸水部分に付着したごみ等について、製品1号の方が除去しやすいとの回答があった。製品2号は、吸水部分が本体ボックス内にあるため、ごみ等の付着状況を目視しにくい。一方、製品1号は、吸水部分が円盤部側面に露出しているため、付着したごみ等を容易に除去できる。

ウ 製品1号は、水防活動時の排水活動等、別用途での活用が図れる可能性がある、という回答があった。

エ 本アンケート調査では、調査対象者が4名と小数である。調査対象者数を増やし、製品1号及び製品2号について災害現場での実用可能性について検証していく必要がある。

8 まとめ

(1) 製品1号及び製品2号について、最大吸水量及び吸水限界水位はほぼ同値で、両製品の基本吸水性能は同等である。

(2) 枯葉・泥混入吸水実験では、水位10cmにおいて、製品1号及び製品2号の継続吸水は可能であったが、30~170 L/分であり、藤かご付現用ストレーナーの水位20cmにおける530 L/分の継続吸水に比べて低かった。

(3) 藤かご付現用ストレーナーは、水位が十分であれば、吸水障害物吸入による吸水量低下を防止できる。

(4) 今回のアンケート調査では、ポンプ車機関員は、製品1号の方が実用性が高いと感じていることが分かった。

(6) 藤かごは、吸水障害物の吸入を防ぎながら長時間継続吸水するために効果的である。今後、藤かごの構造に着目し、補助器具等として製品1号及び製品2号へ応用することで、吸水障害物が散在する低水位河川からのさらなる吸水量増加の可能性について検証していく。

RESEARCH ON THE EFFECTIVE WATER PUMPING
AT LOW WATER LEVEL RIVERS
(Second Report)

Masasuke HOSOYA*, Hiroaki YUASA*, Kenji MORINAGA*, Eiju SATO*

Abstract

The First Report focuses on the performance of Product A and Product B as the commercial water pumping instruments for low water level rivers. As a result, the limit of the water level for the pumping by both Product A and Product B is 5cm, better than the fire department strainer or “the current strainer” with a 15-cm limit. On the other hand, in the pumping experiment with dead leaves, both Product A and Product B were easier to become clogged up with dead leaves than the current strainer.

This research focuses on the performance of Product A and Product B with an experiment on more severe conditions, and on the practicality and the validity in disaster areas with a questionnaire addressed to pumper drivers.

The results are as follows:

1. In the pumping experiment with dead leaves and mud, the pumping performance of the current strainer is the highest, followed by Product B and then Product A.
2. In the questionnaire survey for pumper drivers, they answered that Product A was more operative than Product B, and that it could pump up stably.