

3. 河道閉塞災害への「呼び水サイフォン排水装置」の提案

起動力は「水の力」！

○(株)山辰組 営業部

馬淵 剛

日鐵住金建材(株)

岩佐 直人

岐阜大学 応用生物科学部

平松 研

1・はじめに

地震、豪雨により河道閉塞が発生し、二次災害が想定される場合は緊急的に仮排水路を構築する必要がある。仮排水路構築までの間は天然ダムの水位抑制対策が必要であり、その1つとして国土交通省では「大規模な河道閉塞（天然ダム）の危機管理のあり方（提言）」において、ほとんど動力を必要とせず排水作業が可能となるサイフォン排水装置の開発の重要性が提言され、多摩川でΦ400mmの送水装置のモデル実験が行われ結果が報告されている。サイフォンの起動には真空ポンプで充水しているが効率的に排水するためには200v、数kw程度の動力を要するものと思われる。

弊社は平成9年に水中ポンプで起動しサイフォンで稼働する「エコポンプ」を開発し実用化した。しかし、重量の関係で取扱いに重機と200vの電源を要することは共通の課題であると考えた。

2・「呼び水」によるサイフォンの起動の考案とその実験

排水の際の起動に際して、「呼び水」を利用する排水装置を考案し、課題が解決できるのではないかと考えた。そして、実験に際しては比較的小規模な天然ダム対策の排水装置としての利用を想定し、砂防えん堤での実験を行った。

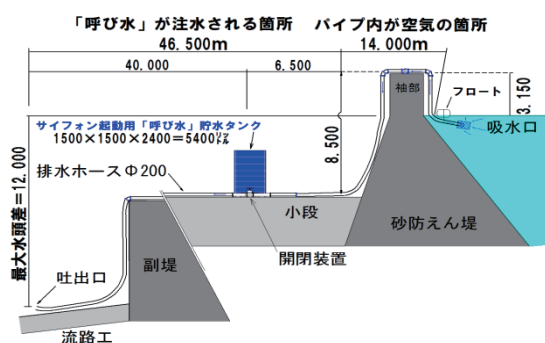


図-1 「呼び水サイフォン排水装置」実験設備図

全体図を図-1に表す。φ200mmのサクシオンホースを用いて砂防えん堤の上流側から袖部をまたいで副堤の下流の流路工へと排水を行う。上流側のホース先端に「雑物吸入防止網」を備えた吸水口を水深2mで浮遊させるフロートを取付け砂防えん堤貯水池に投入する。排水ホースはダム袖部を乗越えてダム下流の小段に至り、さらに下流方向へ進んで副ダムの下流部の流路工底部で吐出し口を上向けて設置する。小段上において仮設の貯水タンク（図-2）から排水ホースへ「呼び水」を注水するための注水パイプが「開閉装置を備えた注水口合流部材（図-3）」を通して側面から合流している。



図-2 型枠用部材で組上げた仮設タンク



図-3 「開閉装置を備えた注水口合流部材」

「呼び水サイフォン排水装置」とは、サイフォン作用を起動する「呼び水」を排水ホースの中・下流部分へ総延長の2/3以上の範囲に注水する際に動力を使用

するか否かを問わず、「呼び水」が流下するエネルギーでサイフォン作用を起動するシステムにより「呼び水サイフォン排水装置」と命名した。

3・呼び水サイフォン起動実験

前述したがΦ200 mm排水ホース内全体を満水状態にすることなく「呼び水」によりサイフォンを起動できるかが実験の主目的である。

以下の手順で実験を行った。

- ① 仮設の貯水タンクに水を溜める方法として、(図-2)の手前に送水パイプが見えるように2インチのエコポンプを使用してタンクに給水した。
- ② 給水が完了した後、貯水タンクと連結してある注水口合流部材に備えた開閉装置(図-3)を開いて排水ホースへ一気に「呼び水」を注水する。
- ③ 注水当初は排水ホース下流側吐出し口には白い空気混じりの水が出てくるが(図-6)、1分程度で透明になるので、そのタイミングで(図-3)の開閉装置を素早く閉じる。
- ④ 開閉装置を閉じると、流下する水と排水ホース内の空気と綱引き状態となるため数秒間は「止まったか」と思うほど流下が減少する。
- ⑤ ダム貯水地の水を呼び込んでサイフォン作用で流れ始めると流量は8.74 m³/min となりΦ200 mmの水中ポンプの2倍の排水能力となる(図-7)。



図-6 「呼び水」で排水ホースを満水にする



図-7 サイフォンによる排水状況

4. 水頭差の変化に伴う排水量確認実験

この排水設備で下流部吐出し口の高さを上下に段階的に変化させて、上流部の貯水池の水面との各水頭差毎の排水量の測定を超音波流量計(ポータフローX)を使用し実施した。各水頭差毎の測定回数3回の平均値を(表-1)に表す。排水量は○水頭差 1.0mで 2.18 m³/min となりΦ150 mm水中ポンプの排水量 2 m³/min と同等以上となった。

○水頭差 3.0mで 4.01 m³/min となり Φ200 mmの水中ポンプの排水量 4.0 m³/min となった。

○水頭差 11.0mで 8.38 m³/min となり 10 吋水中ポンプ (8 m³/min) と同等以上の排水作業を行う水頭差として確認できた。

表-1 水頭差とサイフォン排水量

水頭差(m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
流速(m/s)	1.13	1.60	2.07	2.44	2.79	3.15	3.47	3.75	3.89	4.05	4.32	4.50
流量(m ³ /min)	2.18	3.12	4.01	4.75	5.42	6.12	6.74	7.26	7.55	7.91	8.38	8.74
	Φ150mm (2m ³ /min)		Φ200mm(4m ³ /min)以上の排水機能								Φ250mm (8m ³ /min)	
理論流量 (m ³ /min)	2.83	4.01	4.92	5.68	6.35	6.95	7.51	8.03	8.51	8.97	9.41	9.83
理論値と実測値の比率 (%)	77.2	77.6	81.6	83.6	85.4	88.1	89.8	90.4	88.6	88.2	89.1	88.9
平均値											85.8 %	

5・おわりに

砂防えん堤での「呼び水」方式のサイフォン排水実験は成功したものの、天然ダムの排水作業に使用するためには多様な災害現地の状況把握と安全を優先した現地施工の可否判断など専門家の支援を多く必要とするためご指導を願いたい。

謝辞：本実験に関して、国土交通省中部地方整備局越美山系砂防事務所、岐阜県、揖斐川町、地元諸家地区、(株)BMI など関係者の皆様のご理解とご協力ご指導を賜りましたことに対して心より感謝の意を表します。