

II-90

ウォータークッションを利用した高落差放流工の設計

鹿島技術研究所 正会員 岩瀬浩二

鹿島技術研究所 正会員 今井貫爾

1. はじめに

造成地や上下水道の調整池から、河川へ放流する方法として、地形上の制約があり、十分な減勢工を設けられない場合、高落差放流が採用されることが多くなってきている。これまでの高落差放流の場合、立坑内に突起物を設けたり、立坑内を螺旋状に流下させる方法によって水流を減勢する方法が取られていた。ところが、これらの減勢工は、コストと施工性の面で十分な方法とは言えない。今回、高台に位置する造成地の雨水調整池から自然河道への放流構造物を新設する際、ウォータークッションによる減勢を利用して、高落差立坑内を自由落下させる方法を採用し、水理模型実験によって減勢効果と水理機能の検証を行った。

2. 現地条件

現地の放流計画の断面図を図-1に示す。雨水は丘陵地に位置する調整池から上流横坑(φ1.0m)を通して、落差が約25mの立坑(φ1.5m)を自由落下し、下流横坑(φ1.0m)を流れて河川に合流する。計画最大流量は、 $2.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。立坑での減勢工としては、立坑下部のウォータークッションを計画していた。ところが、雨水が立坑内を約25m自由落下すると、立坑下部に作用する水圧が非常に大きくなり、構造物や周辺の岩盤がこの水圧に対して安全であるか、また立坑下部から下流横坑を通して河川に安定して放流できるかを検討する必要が生じた。

3. 実験内容

水理模型実験では、水路全体の通水機能の検討と立坑下部に作用する水圧の把握を目的として行った。実験は、縮尺1/10でフルードの相似則に従って行った。図-2に高落差放流模型の断面図を示す。電磁流量計によって流量を調節された水は、上流横坑に流入し、立坑を落下して下流横坑に流れ、河川へ放流される。管路はすべて透明アクリル製とし、水流の状況、特に立坑下部の泡を含んだ水の様子が観察できるようになっている。また、立坑下部のウォータークッション部の深さは現地換算で1m, 2m, 3mの3種類に変化させて行った。上流横坑と下流横坑では、水位と流速を測定し、立坑下部には、動水圧計を取り付けて水圧を計測した。

4. 実験結果及び考察

通水状況を図-3に示す。通水機能については、上流横坑及び下流横坑とも自由表面を持った開水路で流れ、立坑水位も下流横坑上端から1m程度で安定しており、支障なく最大流量を吐けることが分かった。立坑からは、水流が内壁に薄く張り付いて滑り落ちるため、発生する泡の大きさは細かく、大きな空気だまり

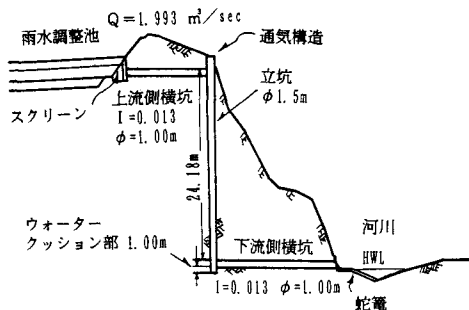


図-1 現地地形

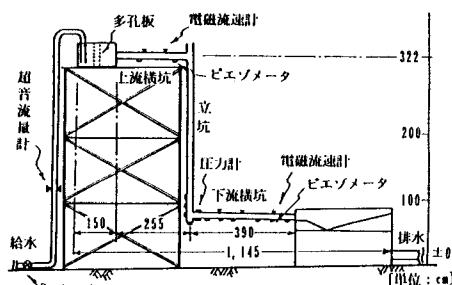


図-2 高落差放流実験模型

を形成して通水を阻害したりしない。また、横坑を10m流れた時点で、全ての泡が浮上し消滅するため、横坑出口から泡混じりの水流が噴き出ることもない。泡の発生範囲と水流による堆砂防止の面から、ウォータークッションの深さは1mが妥当であることが明らかになった。

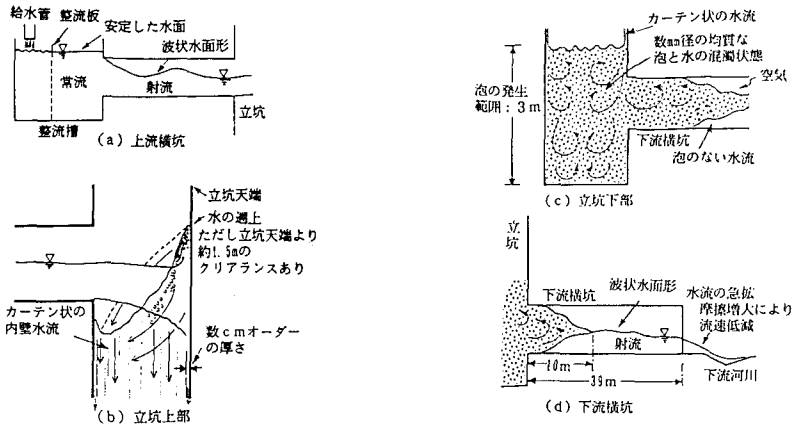


図-3 高落差放流工の流況

図-4に立坑下部の最大水圧分布を示す。立坑内は、水流が内壁に薄く張り付いて滑り落ちるため、立坑下部に作用する動水圧は、最大で 0.5 Kg f / cm^2 程度であり、構造的に安全である。図-5に動水圧の時系列を示す。現地換算すると、立坑下部の動水圧力の脈動周波数は、約 3 Hz であり、通常のコンクリートや岩盤の固有振動数(50 Hz 以上)を大きく下回るため、水流によって構造物の振動が促進されたりそれが原因で構造物や周辺岩盤に損傷を与えることは考えられない。さらに、図-6に通水開始時と停止時の立坑下部の水圧変動の様子を示す。これより、流量が小さい場合においても立坑下部の水圧は小さく抑えられていることが分かる。

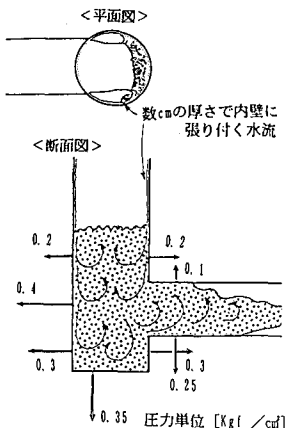


図-4 立坑下部の流況と最大水圧

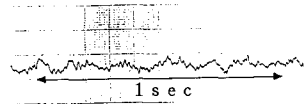


図-5 立坑下部の水圧波形

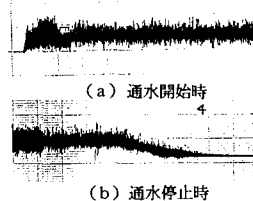


図-6 通水開始・停止時の立坑下部水圧波形

5. まとめ

今回、高落差放流方法として特別な減勢工を設けずにウォータークッションのみを利用した手法を水理模型実験によって検討した結果、立坑内壁に水流が薄く張り付いて流下する現象が支配的であるため、立坑下部の水圧は大きく軽減され、通水上も支障がないことが明らかになった。