

越流堰ナップの衝撃圧解析について (その2)
 -ウオーター・クッションの存在と衝撃圧の減殺-
 Analyses on Dynamic Pressure of Nappe (II)
 -Pressure Reducing by Water Cushion -

○万田伸生, 光成 明, 黒田正治, 竹内真一

Nobuo Manda, Akira Mitsunari, Masaharu Kuroda, Shinichi Takeuchi

1. 研究の目的 前報¹⁾ではナップ突入部の形状において, ケース1(露出射流を伴う流れ), ケース3(ナップが貯留水塊に潜り込む流れ)およびケース2(ケース1とケース3との遷移領域で発生する流れ)のそれぞれの特徴について検討した. とくに, ナップが不十分なウオーター・クッションのなかに流入する場合(ケース2・遷移領域の流れ)の特徴的な現象について実験的な考察を行なった.

本報では, ケース1の流れから, ケース2・遷移領域の流れを経て, ケース3の流れに至る推移の過程について検討することとした.

2. 各ケース全般に亘る流れの変化

ナップ下流側の末端堰高を変化させて, 貯留水位を段階的に変化させながら, 水路床面に生ずる衝撃圧の測定を行った. その結果を全水頭表示で図-1に示す, また, 動水圧水頭表示で図-2に示す.

図-1(全水頭表示)によれば, ケース1の流れでは, 安芸の式の計算値と実測の平均値がほぼ一致する. Whiteの式の計算値は, 実測の上目平均値にほぼ一致する.

水路末端堰高を順次, 高めるにしたがって, ナップ先端の射流が消滅し, 流れは遷移領域(ケース2)に移行する. これに伴って, 図-1に示すように, 平均圧力水頭も順次低下する. 圧力水頭の上目平均値は, White式の値および安芸式の値から順次, 外れて, 低下していく. また, 下目平均値は, 二次元噴流拡散の式から求めた値に近づく.

水路末端堰高を, 充分高めるとケース3の状態になる. ここでは, 二次元噴流拡散の式から求めた値によい一致を示す. ケー

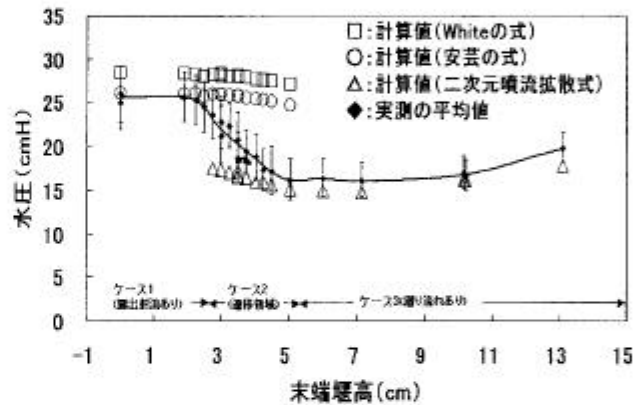


図-1 ケース全般に亘る全水圧と末端堰の関係

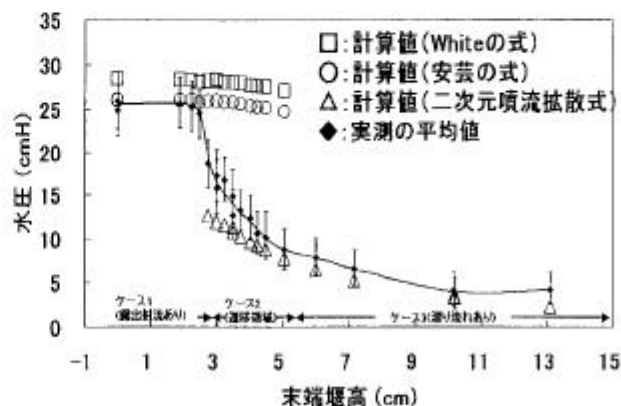


図-2 ケース全般に亘る動水圧と末端堰の関係

ス3においては、貯留水深の増加により、静水圧が上昇する。

これらの実験結果と解析結果を動水圧水頭で表示すれば、図-2のようになる。ケース1の領域内では、動水圧水頭は一定の値を示す。一方、ケース2(遷移領域)では、末端堰高の上昇、つまり、潜り状態の進行に伴って、動水圧水頭が急激に低下する。そして、ケース3(完全潜り)の状態に達すると、動水圧水頭は一定かつ、かなり小さな値を示す。

3. 尖頭圧の出現とフルード数 各ケースにおける尖頭圧の出現頻度とフルード数との関係について、考察を試みた。

図-3に示すように、フルード数が1以上の場合は、ケース1の流れに属し、尖頭圧が安芸の式による計算値を超過する割合が70%を超える。また、図-4に示すように、ケース1の流れでは、尖頭圧がWhiteの式による計算値を超過する割合はほぼ50%である。このことは、Whiteの式が水頭の上目平均を与えることとよい対応を示している。

フルード数が、1~0.1の範囲では、フルード数の低下に伴って、尖頭圧の出現頻度は、順次、低下する。しかし、フルード数0.3でも、まだ、衝撃圧水頭が安芸の式の値を超過する割合が50数%に達しており、また、これより高いWhiteの式の値を超過する割合も30%を上回る。このことは、ナップ先端の射流が消滅し、目視的には潜った状態に見える遷移領域の流れ(ケース2の流れ)では、まだ、ケース1の流れの状態に近い大きな衝撃圧がかなりの頻度で発生することを意味している。

フルード数が、0.1以下になると、ウォーター・クッションによってナップの衝撃圧も十分に減殺され、尖頭圧の発生も見られなくなる。

4. 考 察 このように、ケース2の流れ(遷移領域の流れ)は、フルード数1~0.1の範囲で生じ、この範囲では、ナップの突入衝撃圧は、かなり頻繁に、尖頭圧の形態をもって発生することが明らかとなった。

ケース2の流れが、このような特性を示すことは、今後、減勢工や魚道工の設計の際に充分、考慮すべき事象である。

引用文献

- 1) 光成 明, 万田伸生, 黒田正治, 竹内真一: 越流堰ナップの衝撃圧解析について (その1)-実験による問題提起- 平成15年度・農業土木学会大会講演会・講演集

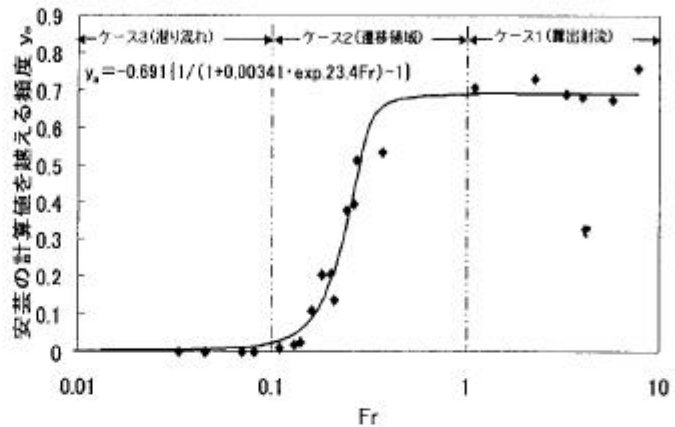


図-3 計算値(安芸式)を越える頻度と Fr の関係

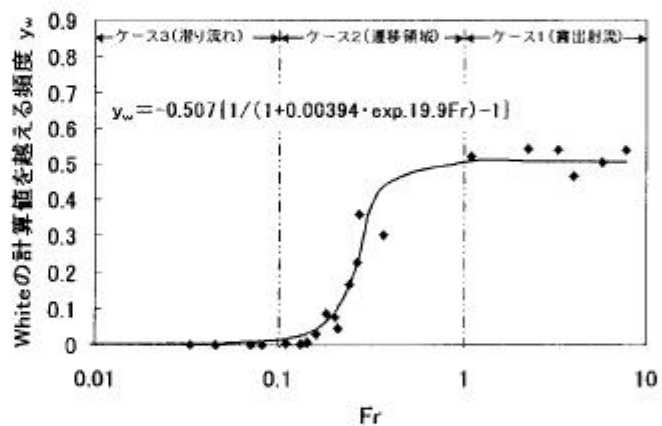


図-4 計算値(White 式)を越える頻度と Fr の関係