

天端道路利用可能なダムの越流頂

独立行政法人土木研究所 正会員 ○大黒 真希

独立行政法人土木研究所 正会員 柏井 条介

1. はじめに

ダムの天端には管理等のために道路が設けられる。非常用越流頂部は、写真-1に示すように橋梁が設置されるが、ゲートレスダムでは橋梁延長が大きい場合が多く、施工上工期を要するものとなっている。一方、非常用越流頂が利用されるのは、計画洪水を上回る一時期のみであり、ゲートレスダムで管理用道路のみに用いられるような場合には、このような時期の道路機能は特に必要ないものと考えられる。このことを考慮し、今回、天端道路を兼用した非常用越流頂形状の検討を行った。検討は、Aダム（管理用道路幅 b : 7.0m、設計水頭 h_0 : 3.3m）を対象に実施しており、本越流頂の適用により、ダム建設のコスト縮減及び工期短縮が期待されている。検討は、設計水頭時において、流量係数 C ($=q/h^{1.5}$ ($m^{0.5}/s$))、 q : 単位幅当り流量、 h : 越流水頭) を 1.8 以上、キャビテーション等防止のため壁面作用圧力を $-3m$ 以上とすることを目標に実施した。



写真-1

2. 実験概要

実験形状を図-1、表-1に示す。形状1は実験原案であり、上流側高欄の上部形状は標準越流頂形状を参考に¹⁾、下流高欄の R_2 は台形越流頂下流円弧で大きな負圧が生じない²⁾ものとして設定した。また、上下流高欄の標高差および円弧の中心角は、上流側高欄上端を始点に設計水頭を変化させて得られる標準越流頂形状群のうち、下流高欄位置を通過する形状を参考に設定した。高欄高さは、既往のダム天端道路の実績を参考に 0.9m としている。

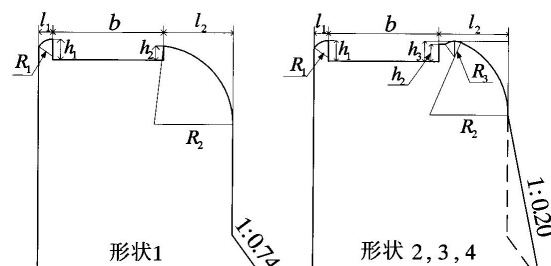


図-1 実験模型図

形状1に流況及び壁面作用圧力上の問題があったことから、比較案として形状2~4を作成した。形状2~4は下流高欄上流側に円弧形状を用い流況の安定と壁面作用圧力の調整を図ったものである。高欄高は、道路橋示方書を満足するよう 1.1m 以上確保するものとしている。形状2は鉛直面+円弧により高欄高を確保したもの、形状3、4は鉛直面として確保したものである。また、形状2、3は上下流の高欄高が同じなのに対し、形状4は標高差を設けている。

実験は、模型縮尺 1/20 の模型を幅 1.5m の 2 次元水路下流端に取付けて実施した。実験での観測項目は、壁面作用圧力、越流水深、越流量及び流況である。

表-1 実験ケース

実験条件	形状1	形状2	形状3	形状4
h (m)	3.30			
b (m)	7.00			
l_1 (m)	0.90			
l_2 (m)	4.43			
R_1 (m)	1.10			
R_2 (m)	5.00			
R_3 (m)	—	1.00	1.00	1.00
h_1 (m)	1.30	1.10	1.30	1.55
h_2 (m)	0.90	0.90	1.10	1.10
h_3 (m)	—	1.10	1.30	1.30

3. 実験結果

3. 1 流況

何れの形状においても、 h の増加により、次の流況変化が生じる。すなわち、 h が小さい場合（形状にもよるがキーワード 非常用越流頂、天端道路、流量係数、圧力特性

連絡先 〒304-8516 茨城県つくば市南原1番地6 (独)土木研究所 水工研究グループ ダム水理チーム TEL029-879-6783

概ね 1.5m 程度以下) には、上流高欄の越流水が路床上に落下し跳水する。h が大きくなるに従って、上流高欄の水脈落下位置が下流に移動するようになり、路床上に露出射流が生じるようになるが、2.3m 程度以上では、跳水することなく下流高欄を乗り越えるようになる。また、形状 1 では、h が 2.8m 程度以上になると、下流円弧部から水脈が離れ、飛翔する流況が見られた。

形状 1 における水脈の飛翔は、下流での流水処理や、飛翔に至る遷移付近での不安定な流況、流量の不確定の理由から好ましくないといえる。一方、形状 1～4 を通じ、下流高欄の越流水脈には、跳水や上流高欄越流時の剥離、下流円弧上の負圧等に起因すると思われる乱れが生じる。この乱れは、越流水頭が小さい場合にはそれ程問題になるものではないが、越流水頭が大きくなると、ひれ状の水脈が下流に放出されるようになり、流水処理上問題になることが考えられる。こうしたひれ状の水脈は下流円弧の下流を傾斜させることで小さくすることが可能である(図-1 の形状 2～4)。

3. 2 越流量

図-2 に h と C の関係を示す。何れの形状も、h が小さい場合には、通常の越流頂と同様に h の増加に伴い C も増加する傾向があるが、h が 2.3～2.5m 程度を超えると、逆に減少する傾向となっている。これは、上流高欄の越流流れが下流高欄を乗り越えるようになる流況変化と符合するものであり、下流高欄の影響が大きくなるものと思われる。h が大きくなれば、支配断面位置は上流高欄から下流側に移行していくことが推察される。設計水頭での C は、形状 2 より 3 が小さく、高欄高が大きいと小さくなるようである。また、形状 3 より 4 が大きく、下流側高欄高を低くすることで流量増加が得られる事が分かる。形状 1 の C が大きいのは、上下流高欄高差が大きいことが主たる要因になっていると考えられる。今回の形状検討の条件とした $C \geq 1.8$ の条件は、形状 3 以外が満足している。

3. 3 壁面作用圧力

壁面沿いに測定した、設計水頭時のピエゾ水頭分布例及び各形状の最低圧力値を図-3 及び表-2 に示す。何れの形状も最低圧力は下流側高欄頂部又はその直下流において生じており、形状 1 は形状検討条件とした -3m を超えている。全体に、越流量が大きいと壁面作用圧力も低下する傾向がみられており、形状検討では、両者の関係を考慮し調整する必要があるものと考えられる。

4. おわりに

道路幅 7.0m、設計水頭 3.3m の場合を対象に形状検討を行い、 $C \geq 1.8$ 、壁面作用圧力が -3m 以上の条件を満足する形状として、形状 2、4 を得た。今回は設計水頭 3.3m の比較的大きなものを対象としたが、実験結果から、設計水頭が小さければ流量係数が大きくなる。また、壁面作用圧力も大きくなるものと予想され、より良好な水理機能が得られるものと考えられる。

参考文献

- 1) 柏井条介、櫻井寿之：越流水頭の小さい越流頂の設計形状と水理特性、ダム技術、No. 182、2001
- 2) 柏井条介、宮脇千晴：台形越流頂及びオリフィス下流円弧部の壁面作用圧力、ダム技術、No. 124、1977

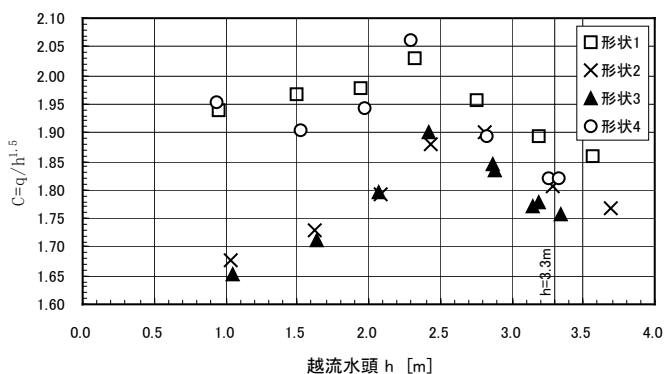


図-2 越流水頭と流量係数の関係

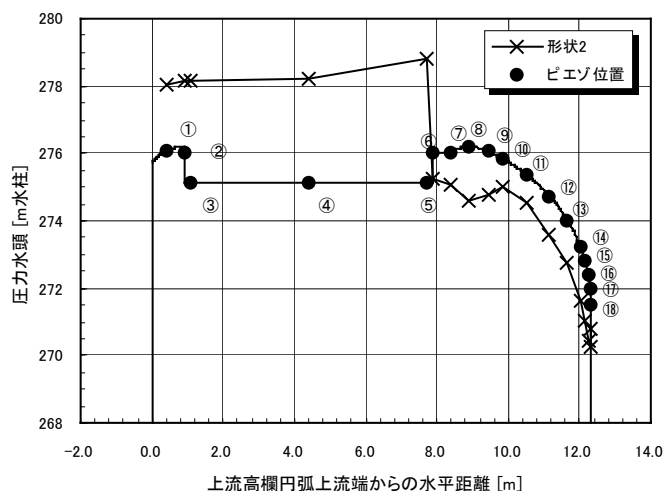


図-3 壁面作用圧力水頭

表-2 最低壁面作用圧力水頭

	形状1	形状2	形状3	形状4
最低壁面作用 圧力水頭(m)	-3.10	-1.93	-1.72	-1.81