

광정횡월류위어에서의 유량계수 특성 검토

Investigation on the Characteristics of Discharge Coefficients of Broad-crested Side Weir

이동섭*, 김창완**

Dong Sop Rhee, Chang Wan Kim

요 지

방수로는 본류의 침투홍수량을 분담하여 대상 지역의 홍수피해가능성을 줄이기 위해서 도입되는 구조적 홍수방어대책의 하나로 특히 도시화로 인하여 기존 하천 유역의 저류 능력이 감소하여 홍수 시 유출량이 증가함에 따라 방수로의 필요성은 점차 늘어나고 있다. 외국의 경우에는 이미 대표적인 구조적 홍수방어대책으로 활용되어 그 효과가 이미 확인되어 있다. 방수로로 분담되는 유량은 일반적으로 방수로 유입부에 설치되어 있는 횡월류위어의 월류량을 정확히 산정함으로써 알 수 있다. 따라서 방수로의 홍수방어능력을 알기 위해서는 이러한 유입부 횡월류위어의 월류량을 정확히 평가하는 것이 중요하다. 횡월류위어의 형태는 여러 가지가 있지만 가장 기본적인 형태로 예연위어 형태와 광정위어 형태가 있다. 본 연구에서는 그 중에서 광정횡월류위어(broad-crested side weir)을 대상으로 실제 하도와 유사한 흐름 조건을 가지도록 상대적으로 작은 횡월류위어 길이(L)와 본류 폭(B) 비(L/B)를 가지는 실험 수로를 이용하여 광정횡월류위어에 대한 실험을 수행한 후 유량계수를 산정하여 본류 흐름 조건 및 횡월류위어 제원 변화에 따른 영향을 검토하였다.

광정횡월류위어에서의 유량계수도 기본적으로 예연횡월류위어와 동일한 방식을 이용하여 검토할 수 있으며, 동일한 주요 영향 변수를 포함하지만, 위어 폭 W 가 횡월류위어의 월류 유량과 본류 유형에 영향을 미치게 된다. 따라서 본 연구에서는 광정횡월류위어의 특성에 따른 산정된 유량계수의 변화에 초점을 두어 분석을 수행하였다.

핵심용어 : 광정횡월류위어, 유량계수

1. 서론

방수로는 본류의 침투홍수량을 분담하여 대상 지역의 홍수피해가능성을 줄이기 위해서 도입되는 구조적 홍수방어대책의 하나로 특히 도시화로 인하여 기존 하천 유역의 저류 능력이 감소하여 홍수 시 유출량이 증가함에 따라 방수로의 필요성은 점차 늘어나고 있다. 외국의 경우에는 이미 대표적인 구조적 홍수방어대책으로 활용되어 그 효과가 이미 확인되어 있다. 방수로로 분담되는 유량은 일반적으로 방수로 유입부에 설치되어 있는 횡월류위어의 월류량을 정확히 산정함으로써 알 수 있다. 따라서 방수로의 홍수방어능력을 알기 위해서는 이러한 유입부 횡월류위어의 월류량을 정확히 평가하는 것이 중요하다. 횡월류위어의 형태는 여러 가지가 있지만 가장 기본적인 형태로 예연위어 형태와 광정위어 형태가 있다. 본 연구에서는 그 중에서 광정횡월류위어(broad-crested side weir)을 대상으로 실제 하도와 유사한 흐름 조건을 가지도록 상대적으로 작은 횡월류위어 길이(L)와 본류 폭(B) 비(L/B)를 가지는 실험 수로를 이용하여 광정횡월류위어에 대한 실험을 수행한 후 유량계수를 산정하여 본류 흐름 조건 및 횡월류위어 제원 변화에 따른 영향을 검토하였다.

* 정회원·한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원·E-mail : dsrhee@kict.re.kr

** 정회원·한국건설기술연구원 수자원연구부 책임연구원·E-mail : cwkim@kict.re.kr

2. 횡월류예연위어 유량계수 산정

De Marchi는 횡월류위어 유량을 계산하기 위하여 기존 위어 공식($q = CH^{3/2}$)을 이용하여, 횡월류위어의 월류량에 대하여 다음과 같은 식을 가정하였다.

$$q = -\left(\frac{dQ}{dx}\right) = \left(\frac{dQ_w}{dx}\right) = \frac{2}{3} C_M \sqrt{2g} (y-h)^{1.5} \quad (1)$$

여기에서, C_M 은 De Marchi 유량계수이며, 총 월류량 Q_w 에 대하여 다음과 같이 표현되고,

$$C_M = \frac{3}{2} \frac{Q_w}{\sqrt{2g} (y-h)^{3/2}} \quad (2)$$

$\overline{y-h}$ 는 평균 월류수심을 의미하며 실험 측정 시 일반적으로 다음과 같이 결정된다.

$$\overline{y-h} = \left[\frac{1}{L} \sum_1^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} - h \right)^{3/2} dx \right]^{2/3} \quad (3)$$

여기에서, y_i 는 각 수위측정단면의 수위를 의미한다.



그림 1. 광정횡월류위어 실험 장치

이러한 방법을 이용하여 실험에 의해서 측정된 월류량과 수위자료를 이용하여 횡월류위어의 유량계수를 산정하였다. 유량계수 산정을 위해 필요한 월류량은 방수로 KS 규격에 따라 제작된 월류량 측정위어박스를 이용하여 측정하였으며, 수위는 초음파 수위계(독일 Pil)를 이용하여 측정하였으며, 실험 조건은 다음과 같다.

표 1. 실험 조건

실험 변수	실험 조건
분류 유량(Q , m^3/s)	0.025 ~ 0.2300
위어 길이(L , cm)	50, 100, 150, 200
위어 높이(h , cm)	15, 20
본수로 폭(B , m)	2.0
위어 폭(W , cm)	50 cm
상류 프루드수(Fr_1)	0.06 ~ 0.54

3. 유량계수 산정결과 및 분석

본 광정횡월류위어 유량계수에 관한 실험은 현재 총 234개 조건에 대하여 수행되었으며, 그림 2에 본 연구에서 산정된 유량계수를 나타내었다. 실험 수로의 특성 상 대부분의 실험이 낮은 프루드수 조건에 대하여 수행되었지만($Fr < 0.6$), 일반적인 하천 흐름에서 나타나는 프루드수의 범위를 포괄하고 있는 것으로 판단할 수 있다.

그림 2에 표시한 것처럼 수행된 실험 자료를 이용하여 산정된 유량계수를 기존 연구 방식과 동일하게 상류 프루드수(Fr_1)을 기준으로 도시하였다. 그림에서 볼 수 있듯이 상류 프루드수에 대한 약한 의존성이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이러한 경향성은 이후 실험 대상이 되는 광정횡월류위어 실험에 대한 제원 및 실험 조건이 계속 보완이 되어 실험이 수행된다면 달라질 가능성도 있지만, 광정횡월류위어의 기하학적 형상에 의한 특성으로 인하여 계속하여 상류 프루드수에 의한 영향이 어느 정도 지배적으로 나타날 것으로 기대된다. 그러나 그림에서 보이는 것처럼 상류 프루드수에 대한 경향성이 존재하지만 그 경향성이 다소 약하여 이동섭 등(2006)이 예연횡월류위어에 대하여 실험한 것처럼 상류프루드수에 의한 영향이 매우 약한 것으로 나타날 가능성도 완전히 배제할 수 없는 것으로 나타났다.

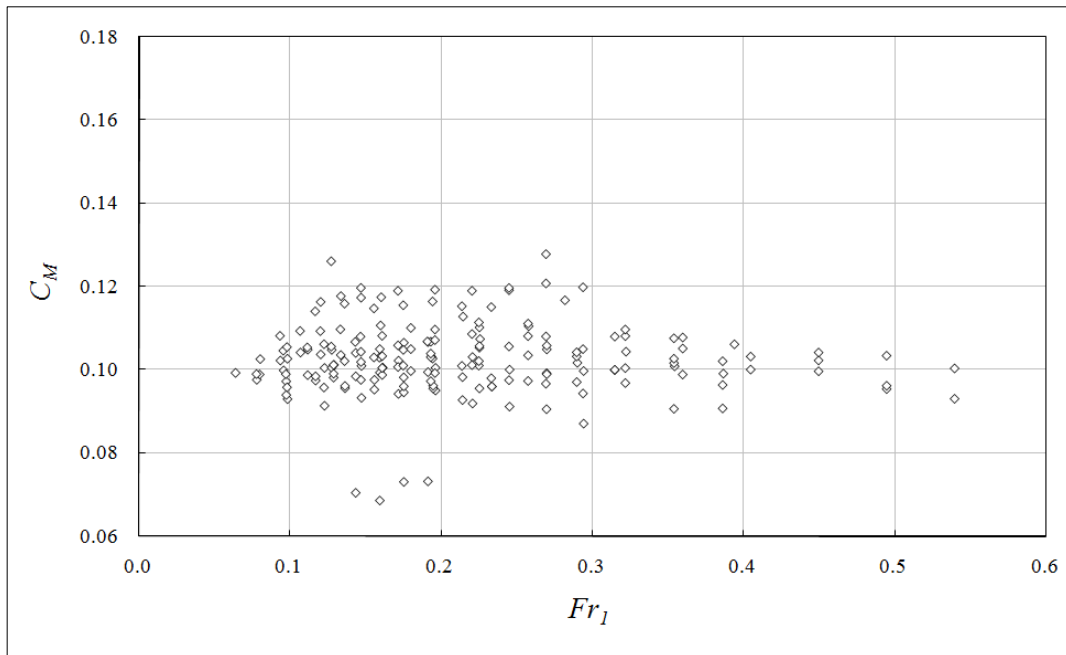


그림 2. 광정횡월류위어 유량 계수

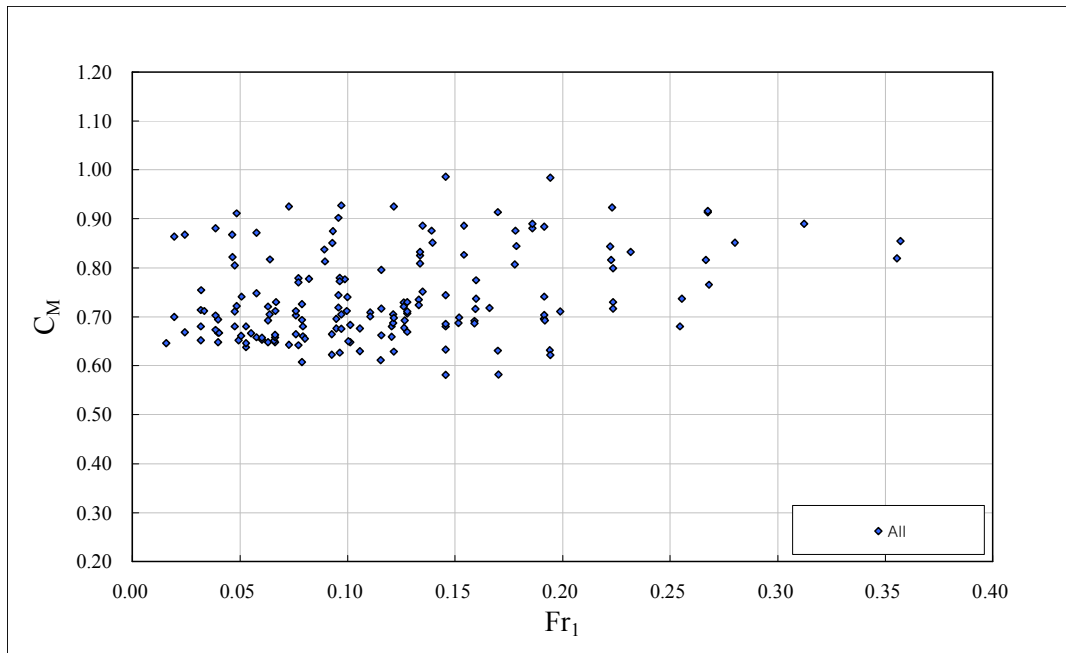


그림 3. 예연횡월류위어 유량계수(이동섭 등, 2006)

또한 예연횡월류위어에 대해서 산정된 유량계수가 대체로 0.6 ~ 1.0 사이의 높은 값을 가진 데에 비하여(이동섭 등, 2006), 본 광정횡월류위어의 경우에는 대체로 유량계수의 값이 대체로 0.09 ~ 0.13 사이의 값을 가지는 것으로 나타났다. 따라서 횡월류위어의 경우 횡월류위어의 형상이 산정된 유량계수에 대하여 지배적인 영향을 미치는 것으로 생각할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 상대적으로 실제 하도와 유사한 실험 조건을 대상으로 광정횡월류위어에 대한 실험을 수행하여 유량계수를 산정한 후, 산정 결과를 상류프루드수 Fr_1 에 대하여 검토하였다. 검토 결과 광정횡월류위어의 경우 상류 프루드수에 대한 약한 의존성을 보이는 것을 확인할 수 있었으나, 광정횡월류위어의 유량계수 특성은 이후 추가 실험 수행을 통하여 그 경향성의 변화를 계속하여 확인해 보는 것이 필요할 것으로 판단된다. 또한 횡월류위어의 유량계수는 횡월류위어의 형상에 큰 영향을 받는다는 것을 확인할 수 있었다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2003년도 건설핵심기술연구개발사업 (03산학연C01-01)에 의한 도시홍수재해관리기술연구사업단의 연구성과입니다.

참 고 문 헌

1. 이동섭, 이동기, 김창완 (2006). "방수로 유입부에서의 횡월류위어의 유량계수 산정에 관한 실험 연구", 2006년도 대한토목학회 정기학술대회 발표 논문집, Vol. B, pp. 2625-2628.