

# 횡월류위어 유량계수 검토 및 연구방향 설정



이 두 한 | 선임연구원, 한국건설기술연구원 수자원연구부 / dhlee@kict.re.kr

이 동 섭 | 연구원, 한국건설기술연구원 수자원연구부 / dsrhee@kict.re.kr

## 1. 서론

횡월류위어(side weir 또는 lateral weir)는 전통적인 수리구조물의 하나로서 하천이나 수로에서 유량을 분류하기 위해서 널리 이용되며 주요 활용도는 다음과 같다.

- ① 하천 수로에서 보통 초과 유량을 하천과 직접적으로 연결되어 있지 않은 저류지나 홍수 우회

수로로 전환시켜 하류의 사회간접자본을 홍수로부터 보호하는 홍수 월류 구조물

- ② 관거 하류에 부담을 주는 초과 유량을 전환시키기 위하여 설계된 합류식 관거에서의 우수 배출구
- ③ 하수처리장의 처리 용량을 초과하지 않도록 도와주는 하수처리장 접근 수로에서의 우수 배출구
- ④ 농업용 간선수로에서 지선수로로 유량을 배분하는 유량 배분 구조물

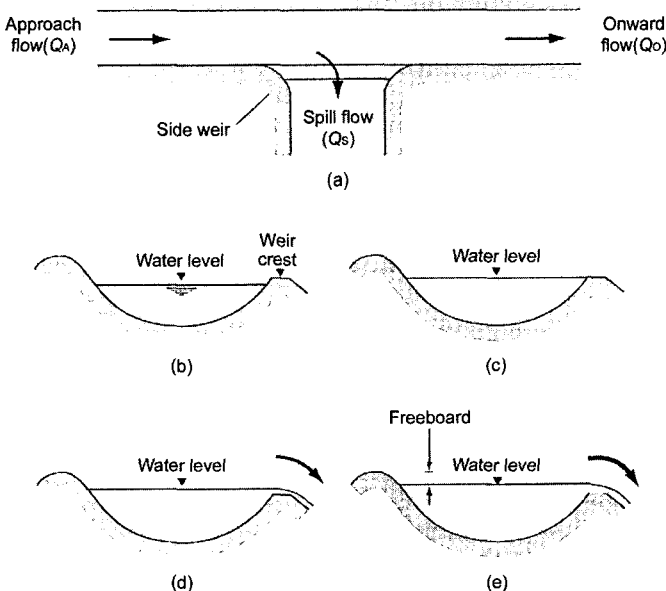


그림 1. 횡월류위어의 개념도(May, 2003)

그러나 그 역사나 활용도에 비해서 예연위어, 광정위어, 암거 등의 수리구조물과 비교할 때 수리적인 특성에 대한 연구가 미진한 편이며, 따라서 신뢰할만한 유량산정식이 제시되고 있지 않은 실정이다. 이는 기본적으로 횡월류위어에서 발생하는 복잡한 수리현상에서 기인하고 있다.

특히, 국내의 경우 개발에 따른 추가적인 유출 억제를 위한 목적의 저류지 설계시 저류지 유입부 형태로 횡월류위어 구조물의 사용이 증가하는 추세이나, 유입유량 결정에 이용되는 계산 절차나 적용되는 유량계수에 대한 신뢰할 만한 평가가 이루어지지 않아서

설계에 어려움이 많은 것이 현실이다.

본 고에서는 기존의 횡월류위어 흐름의 기본 특성과 횡월류위어에 관련된 대표적인 연구성과를 검토하고, 이를 바탕으로 횡월류위어 유량계수 산정을 위한 연구방향 설정에 대해서 서술하고자 한다.

## 2. 횡월류위어 흐름 특성

### 2.1 흐름 특성

횡월류위어는 위어의 길이에 따라 흐름 조건이 다양하게 변화하기 때문에 단순 위어 이론을 적용하는 것이 불가능한 급변류 특성을 보인다. 흐름이 횡월류위어 마루부 선형에 대하여 직각 방향으로 접근하는 저수지에 설치된 횡월류위어와 같은 경우라면 일반 상용 위어 이론이 충분한 정밀도를 가지고 적용될 수 있으나, 대부분의 경우에 접근 흐름은 횡월류위어에 대하여 일정 이상의 유입각을 유지하며 흐르기 때문에 거동이 매우 복잡하다.

잘 정립된 횡월류위어 유량계수식이 존재하는 경우에도 횡월류위어의 유입량 계산 절차는 다소 복잡하다. 월류량은 수위의 함수가 되는데 수위는 본류 유량에 지배를 받게 된다. 즉, 횡월류위어에 의한 유입량이 결정되지 않으면 하류의 수위를 결정할 수 없고, 하류의 수위가 결정되지 않으면 횡월류위어의 유입량이 결정되지 않으므로 반복 계산이 필요하게 된다.

### 2.2 기본 이론

횡월류위어에 의한 유량의 변화는 수로로 유량이 공급되는 경우(유량증가)와 위어에 의해 수로의 유량이 감소하는 경우(유량감소)로 나눌 수 있으며, 이에 따라 수리학적 해석방법은 달

라진다. 가장 큰 차이는 수로의 유량이 증가하는 경우에는 수로에 공급되는 유량에 의해 에너지 감소를 해석해야 되며, 반대로 유량이 감소하는 경우에는 에너지 감소를 고려하지 않으므로 해석이 간단해진다. 즉 유량이 증가하는 경우에는 에너지 감소를 계산하기 위해서 운동량방정식의 적용이 필요하나, 유량이 감소하는 경우에는 에너지 방정식으로 충분히 해석할 수 있다. 본 고에서는 유입되는 횡월류위어를 대상으로 하므로 유량 감소에 해당된다.

횡월류위어의 수면 형상은 Henderson(1966)에 의하면 그림 2와 같이 네 가지 형태로 나눌 수 있다. 먼저 상류(upstream)가 상류(subcritical flow)인 경우에 횡월류위어에서 도수(hydraulic jump)가 일어나는 경우와 일어나지 않는 경우가 있으며, 상류가 사류인 경우에도 도수가 일어나는 경우와 일어나지 않는 경우로 나눌 수 있다. 흐름이 상류상태에서 도수가 일어나지 않는 경우(그림 2의 a)에는 일반적으로 하류의 수위가 증가하는 양상을 보인다. 또한 그림 2의 b와 같이 상류의 흐름이 상류 상태임에도 위

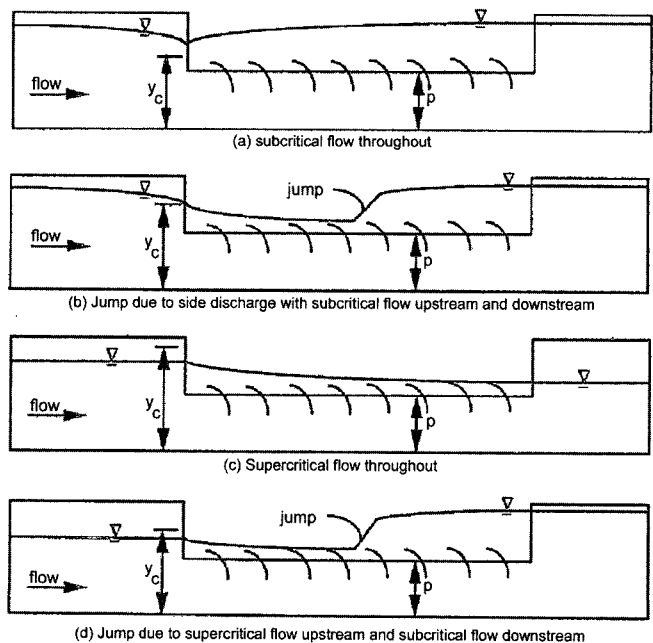


그림 2. 횡월류위어의 수면형상(Henderson, 1966)

어에 의한 유량 유출로 도수가 발생할 수 있다. 즉, 도수의 여부가 흐름 상태와 상관없이 위어 유출에 지배적인 영향을 받을 수 있다. 이와 같은 도수는 주수로가 완경사라 하더라도 충분히 발생할 수 있음을 유의하여야 한다. 흐름이 상류 상태임에도 도수가 발생할 수 있다는 것은 수위 계산시 충분히 고려하여야 하는데, 즉, 횡월류에 의한 유출의 변화와 수면형태에 대한 고려 없이는 주수로의 수위를 정확하게 계산할 수 없다.

### 2.3 유량산정식 및 유량계수식

그림 3과 같은 1차원 하도를 가정하고, 에너지 방정식에 에너지 보정계수를 도입하면 유량이 감소하는 경우의 공간점변류 운동방정식을 구할 수 있다.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f - (\alpha Q/gA^2)(dQ/dx)}{1 - (\alpha Q^2/gA^2D)}$$

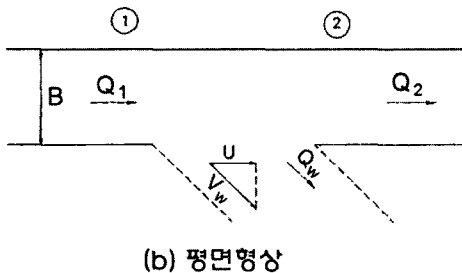
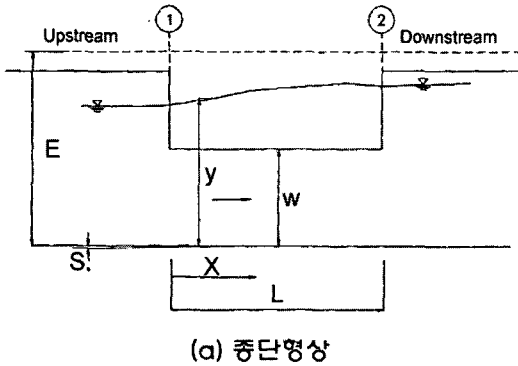


그림 3. 횡월류위어 흐름형태

여기서,  $S_0 - S_f = 0, \alpha = 1$ 로 가정하면(즉, 횡월류 구간에 대한 에너지 손실을 무시하는데, 이 가정은 대부분 유효한 것으로 알려져 있음) 횡월류위어의 단위폭당 유입량  $q$ 는 다음과 같이 일반적인 위어 식의 형태로 정리된다.

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

여기서,  $C_M$ 은 공간점변류 운동방정식에 비에너지 식에서 유도되는 유량식을 대입한 후 적분하여 얻어지며, 이를 계수의 형태로 최초로 제시한 de Marchi의 이름을 따서 de Marchi 계수로 불리는 횡월류위어의 유량계수이다. 비에너지 방정식에서 유량에 대한 다음 식을 얻을 수 있다.

$$Q = By\sqrt{2g(E-y)}$$

위어의 단위폭당 유량식과 비에너지 방정식에서 얻은 유량식을 공간점변류 운동방정식에 대입하고 그 결과를 적분하여  $C_M$ 에 대해서 정리하면 다음과 같다.

$$C_M = \frac{3B}{2L} \Phi + \text{const.}$$

여기서,  $\Phi$ 는 변화류함수(varied flow function)라고 불리며 다음과 같다.

$$\Phi = \frac{2E-3w}{E-w} \sqrt{\frac{E-y}{y-w}} - 3\sin^{-1} \sqrt{\frac{E-y}{y-w}}$$

공간점변류 방정식에서는  $S_0 - S_f = 0$ 이라는 가정과  $dQ/dx \neq 0$ 에 의해 횡월류위어부에서는 한계류가 발생할 수 없다. 그러나 실제로는 위어의 시작부에서는 한계수심이 발생할 수 있으며, 위어 시작부에서 위어부가 자유월류나하 형태의 흐름이 발생하면서 수위강이 발생하는 경우가 관측된다. 이와 같은 수위저감은 동수압을 고려한 해석이 필요함을 나타내며, de Marchi 계수를 적용한 횡월류위어 해석의 한계를 암시한다.

Hager(1987)는 de Marchi 식이 프루드 수가 작은 경우에만 정확함을 지적하였으며, 위어 유출부의 각도 및 하도의 축소를 고려한 일반식을 제안하였다. 또한 Hager(1999)는 자신이 제시한 식을 개선하여 수면곡선의 일반해를 제시하였다. 그러나 현재까지 대부분의 횡월류 연구는 de Marchi 식에 기반을 두고 발전되어 왔다.

### 3. 기존 연구 검토

차원해석에 의하면  $C_M$ 은 다음과 같이 표현할 수 있는데, 횡월류위어 유량(또는 유량계수)산정의 어려움은 유량계수가 지형인자 및 흐름상태에 지배적인 영향을 받기 때문이다.

$$C_M = f(F_1, L, B, w, y, S_0)$$

여기서,  $F_1$ 는 접근부 프루드 수(Approach Froude number)이며,  $L$ 은 위어폭,  $B$ 는 주하도의 폭,  $w$ 는 위어 높이,  $y$ 는 수심,  $S_0$ 는 주하도의 경사이다. 횡월류위어의 유량계수는 실험을 통해서 위의 인자들과의 관계로 제시되는 현재까지 제안된 대표적인 식들은 표 1과 같다.

Subramanya와 Awasthy의 공식, Raju 공식, Hager의 공식 등은 유일한 변수가 접근 프루드 수인데 이로 인해서 다양한 조건에 적용하기에는 오차가 많은 것으로 알려져 있다. 그리고 위 세 공식은 식 제안을 위해 수행된 실험의 규모에 따라 경계면의 효과가 과대하게 나타나기도 하여 공식 간의 편차도 심한 것으로 알려져 있다. Singh 공식은 위어 높이와 월류 수심을 고려하고 있으며, Borghei 공식의 경우에는 추가적으로 주수로의 하폭과 위어 폭을 고려하고 있어 정확도가 다소 우수한 것으로 나타나고 있다. 그러나 대부분의 실험들이 예연위어 형태에 국한되어 있으며 실험규모도 제한적이라서 공식에 대한 객관적인 평가가 충분히 이루어졌다고 보기에는 무리가 있다. 가장 최근에 제시된 May의 공식은 1917년부터 1976년까지 행하여진 7개 실험연구의 결과인 470개의 실험 자료를 분석하여 제시한 것으로 추가적인 변수인  $Y_0$ 는 하류 수심을 나타내고 있는데 적용이 충분히 검토된 것은 아니다. 위 제안식들에서 주수로의 하상경사는 고려하고 있지는 않는데 실제로 주수로의 하상경사가 미치는 영향은 극히 미미한 것으로 알려져 있다.

표 1. 횡월류위어 유량계수 제안식

제안자	연도	유량계수식
Subramanya와 Awasthy	1972	$0.864 \left( \frac{1 - F_1^2}{2 + F_1^2} \right)^{0.5}$
Ranga Raju 등	1979	$0.81 - 0.60F_1$
Hager	1987	$0.485 \sqrt{\frac{2 + F_1^2}{2 + 3F_1^3}}$
Singh 등	1994	$0.33 - 0.18F_1 + 0.49 \left( \frac{w}{y_1} \right)$
Jalili와 Borghei	1996	$0.71 - 0.41F_1 - 0.22 \left( \frac{w}{y_1} \right)$
Borghei	1999	$0.7 - 0.48F_1 - 0.3 \frac{w}{y} - 0.3 + 0.06 \frac{L}{B}$
May 등	2003	$0.650 - 0.149 \left( \frac{y}{w} \right)^{0.0868} \left( \frac{L}{y} \right)^{-0.303} \left( \frac{Y_0}{w} \right)^{0.149}$

표 2. 횡월류위어 실험의 규모 및 프루드 수의 범위

제안자	실험 규모			프루드 수
	수로폭(m)	위어 길이(m)	최소유량/최대유량(l/s)	
Subramanya와 Awasy(1972)	0.00-0.51	0.10-0.15	-	0.02-0.80
Raju 등(1979)	0.05-0.25	0.20-0.50	-	0.10-0.50
Hager(1987)	0.00-0.20	1.00	-	0.80-0.80
Swamee(1988)	-	-	-	-
Cheong(1991)	-	0.277-0.97	-	0.20-0.90
Sing 등(1994)	0.06-0.12	0.10-0.20	10/14	0.20-0.40
Silva(1996)	0.20	1.50-2.00	25/150	<1.00
Borghai(1999)	0.3	1.25	2/90	<0.5

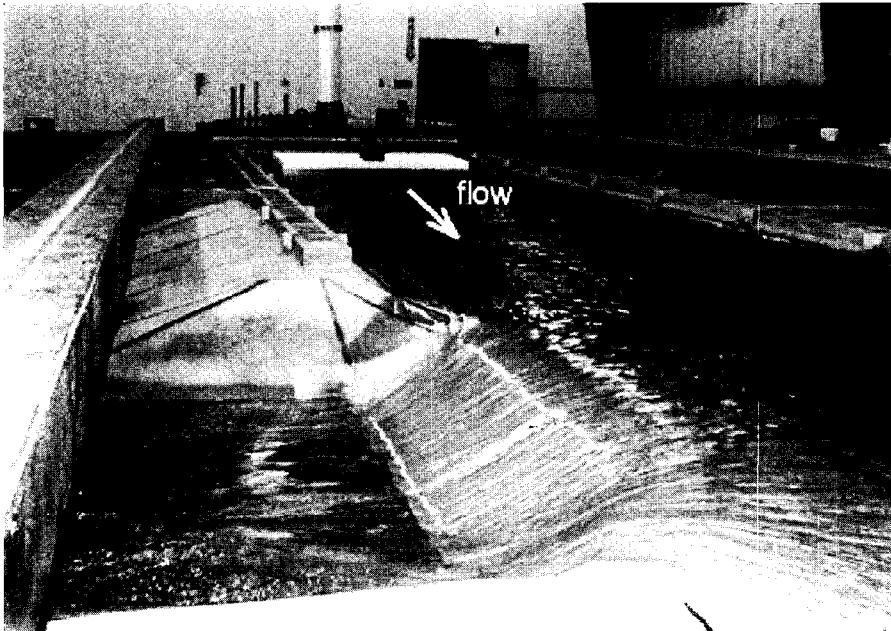


그림 4. CRWR(2002)의 위어 실험 전경

이상의 식들은 횡월류부의 에너지 감소를 무시할 수 있다는 가정 하에서 비에너지 공식으로 접근하는 방식인데, 최근의 연구들은 횡월류부의 에너지 감소를 고려하여 운동량 방정식에 기초한 접근을 하기도 한다. Olivetto(2001)는 일반적인 횡월류위어는 위어의 폭이 크지 않고 위어의 높이가 높다면 상류를 유지하며, 이 경우에는 위어 설치 지점의 주수로의 비에너지가 일정하다는 가정이 유용하나, 위어의 높이가 상대적으로 낮은 경우에는 위어부에서 사류가 발생하기

도 하며 이 경우에는 주하도의 비에너지가 일정하다는 가정은 더 이상 유효하지 않음을 지적하였다.

미국의 CRWR(Center for Research in Water Resources, the University of Texas at Austin, 2002)에서는 광정위어 타입의 횡월류위어에 대한 실험을 통해서 유량계수와 횡월류량 계산 방법을 제시하였는데 이 연구에서는 에너지 방정식에 기초한 방법 A와 운동량 방정식에 기초한 방법 B를 비교하여 방법 B의 적용을 추천하고 있다.

표 3. 방법 A와 B의 비교(CRWR, 2002)

항 목	방법 A	방법 B
월류량	전체 월류량 계산	단위폭당 월류량 계산
유량계수	접근 프루드 수, 위어폭/하폭	접근 프루드 수, 하류수위/윤변
지배방정식	에너지 방정식	운동량 방정식
보정계수	에너지 보정계수 계산	운동량 보정계수 계산
위어부 수위	계산하지 않음	위어를 따라 계산
한계수심	경험식으로 계산	계산 필요 없음

A 방법은 유량을 단위면적당이 아닌 전체 유량으로 계산하며, 유량계수는 접근 프루드 수와 위어폭/하폭의 관계로 나타낸다. 또한 위어의 유량과 상류 수위를 계산하는 방정식이 독립적인데 수위는 에너지 방정식에서 결정된다. 그리고 에너지 보정계수( $\alpha$ )는 흐름 분리부에서의 단순화된 유속분포 가정에서 구해진다. 또한 위어 월류부에서의 상세한 수리특성이 고려되지 않으며, 한계수심을 경험식을 통해서 계산하는 방식이다.

반면에 B 방법은 월류부의 유량이 단위폭당 유량으로 표현되며, 유량계수는 접근 프루드 수와 하류수위/윤변의 관계로 표현된다. 월류량과 상류수심은 둘 다 운동량 방정식을 통해서 결정된다. 그리고 운동량 보정계수( $\beta$ )는 경험식에 의해 하류와 상류 사이의 변화가 선형이라는 가정으로 계산된다. 또한 위어부의 수위는 위어를 따라서 계산되며, 한계수심 조건은 계산하지 않는다. 이상을 표로 비교하면 표 3과 같다.

#### 4. 연구방향 설정

국내에서 사용되는 유량산정기법은 출처가 불분명하거나, 공식의 정확한 특성을 모르고 적용되는 경우가 많다. 외국 연구 사례에서도 보듯이 주된 연구의 방향은 사각 예연위어에 있으며, 일반적으로 홍수 저류지 유입부에 적용되는 월류제 형태의 황월류위어에 대한 연구는 크게 부족한 실정이다. CRWR의 실험사례는 개별 저류지의 정확한 황월류 유량계수를 산정하기 위해서는 수리모형실험을 실시하여야 함을 보여준다고 할 수 있다.

기존에 개발된 공식의 월류량 공식의 경우에는 국내에서 실무적으로 적용할만한 객관적인 비교검토가 이루어져 있지 않으며, 모든 연구들의 실험조건이 명확히 제시되어 있지 않으므로 각 공식들을 비교 평가하기에는 자료가 부족한 실정이다. 따라서 기존 연구의 문제점을 검토하고 이를 해결하기 위한 위어 연구 방향을 설정하고자 한다.

#### 4.1 기존 연구의 문제점

##### ① 유량계수 산정식의 비교 평가 부족

황월류위어의 유량계수 산정식은 접근 프루드 수, 주하도의 형태, 위어의 형태 수위 등을 변수로 하여 다양하게 제시되고 있다. 산정식에 대한 부분적인 평가는 이루어졌으나 종합적으로 현재까지 제시된 유량계수식을 실측자료와 비교분석하여 각 공식의 적용한계와 오차를 분석한 사례는 없다.

##### ② 유량계수 산정식 형태에 대한 분석 부족

일반적으로 널리 알려진 유량계수식은 대부분은 차원해석으로 변수를 설정하고, 실험자료에 대한 단일 또는 다중 회귀분석을 통해서 제시되었다. CRWR의 경우에는 예외적으로 비선형 최적화 기법을 통해서 식을 제안하고 있다. 지금까지의 연구 결과에 의하면 유량계수식은 크게 네 가지 형태를 가지고 있는데, 첫째는 Hager(1987)가 제시한 것과 같이 변수들이 분수항의 형태를 취하는 경우이고, 두 번째는 Borghei(1999)에 제안한 것과 같이 변수들이 합에 의해 계산하는 방식, May 등(2003)과 같이 변수들의 곱으로 나타나는

형식, 마지막으로 CRWR(2002)에서 제안한 것과 지수식으로 나타내는 방식이다. 유량계수 식의 형태에 따른 수리조건과 유량계수의 관계를 분석한다면 보다 개선된 유량계수 식의 산정을 기대할 수 있으나 이에 대한 연구가 부족한 것으로 판단된다. 또한 회귀 분석 과정에서 물리적인 특성이 충분히 고려되었는지도 실제 위어의 자료를 통해서 검토해볼 필요가 있다.

### ③ 실험 조건의 문제

각 제안 식은 다양한 실험조건에 실험이 수행되었지만, 각 수행조건에 대한 분석적인 검토는 부족한 것으로 판단된다. 또한 대부분의 실험이 유량이 150 l/sec 이하에서 수행되어 경계면의 효과가 실제보다 강하게 작용할 여지가 있다.

### ④ 월류제 형식 위어에 대한 연구 부족

월류제 형식(또는 광정위어 형태)의 횡월류위어는 실제로 적용성이 높음에도 불구하고 많은 실험이 이루어지지 않았다. CRWR(2002)의 경우에는 몇 가지 조건에 대하여 실험하고 식을 제시하고 있으나 제안 식의 적용성은 충분히 검토되었다고 보기는 어렵다. 월류제 형식의 경우에는 바닥 마찰면의 영향이 예연위어보다 강하게 작용하므로 축척효과도 커서 모형실험과 실제 산정 유량의 차이가 클 가능성이 있으며, 예연위어에 형태적으로 다양한 설계인자가 있으므로 이에 대한 연구가 필요하다.

### ⑤ 불완전 월류에 대한 연구 부족

저류지의 수위가 일정 수위 이상이 되면 횡월류위어는 불완전 월류를 하게 되며, 이 경우는 주로 홍수가 침투홍수량에 도달했을 때 발생할 수 있으므로 이를 충분히 고려할 필요가 있다. 그러나 CRWR(2002)의 경우를 제외하고는 불완전 월류에 대한 실험이 부족한 실정이다.

### ⑥ 보정계수에 대한 연구 부족

횡월류위어의 월류량 계산에서 대부분 에너지 보정

계수와 운동량 보정계수를 고려하고 있으나, 실제로 정확한 값을 산정하는 것은 쉽지 않다. CRWR(2002)의 연구에서는 흐름의 비대칭성에 의해 발생하는 수위 오차가 0.3m 정도로 산정되었다. 국부적인 흐름에 영향을 받는 보정계수의 특성상 현재로는 정확한 산정을 위해서는 해당 저류지에 대한 수리모형실험을 수행하는 것이 유일한 대안이다.

## 4.2 횡월류위어 연구 방향

위에서 제시된 문제점을 고려하여 실무에서 적용 가능한 횡월류위어 월류량 산정 방법을 개발하기 위해서 다음과 같은 연구 방향을 설정할 필요가 있다.

### ① 저유량(200 l/sec 이하) 예연위어 실험

기존 월류량 산정기법과 유량계수 산정식의 신뢰도를 평가하고, 공식의 물리적 특성의 반영 여부를 검토하기 위해서 정밀한 예연위어 실험이 필요하다. 이 실험에서는 수위 및 유량, 평균 유속 등의 기본적 물리량 외에 보정계수 검토를 위해서 3차원 유속측정도 병행할 필요가 있다.

### ② 고유량(최대 1,000 l/sec) 예연위어 실험

기존 실험의 적용한계를 검증하고 축척효과를 최소화한 개선된 월류량 산정기법 및 유량계수 산정식을 개발하기 위해서 국내에서 가용한 최대 유량을 활용한 실험이 필요하다.

### ③ 월류제 형식 횡월류위어 실험

월류제 형식의 위어에 대해서는 필요성이 높음에도 불구하고 실험자료가 절대적으로 부족하므로 실험의 수행이 필요하다.

### ④ 불완전 월류 실험

홍수량이 큰 경우 발생하는 저류지의 불완전 월류에 의해 월류량 변화식을 제시하기 위해서 필요하다.

⑤ 유량계수 산정식 분석 방법의 검토

유량계수 산정식의 물리적 의미를 기존보다 개선하여 보다 정확한 산정식을 제시하기 위해서 다양한 자료 분석 방법을 적용할 필요가 있다.

이상을 고려하여 다음과 같이 실험 조건 및 실험장치를 표 4 및 그림 5와 같이 설정하였다. 횡월류위의 형태는 크게 예연위어와 광정위어로 나누어 실험하며, 유량은 저유량 상태(200 l/sec 이하), 흐름상태는 정상류(steady flow)로 한다. 주요 변수는 위어 길이, 위어 폭, 유량, 프루드 수, 하도폭 등으로 설정한다. 또 하나의 중요 변수인 하도경사는 그 영향이 크지 않으므로 일정 경사로 유지한다. 예연위어에서는 완전 월류 상태를 실험하며, 광정위어에서는 완전 월류와 불완전 월류를 실험한다.

실험수로의 흐름의 안정을 고려하여 총 15m로 계획하였으며, 실험장치 모식도는 그림 5와 같다. 실험장치는 크게 유량공급수조, 실험수로, 횡월류위어, 횡월류위어 배수로, 주수로 배수로로 구성되어 있다.

유량은 한국건설기술연구원 내의 고수조에서 공급받아 관수로를 통해서 유량공급수조로 공급된다. 유량공급수조 내에서는 수조 내의 정류판을 통해서 흐름을 안정시켜 실험수로로 일정한 유량이 공급되도록 한다. 실험수로 유출부는 KS 규격의 사각 예연위어를 설치하여 정확한 유량의 측정이 이루어지도록 한

표 4. 주요 실험변수의 범위

실험 변수	범위
하폭(m)	0.3 - 0.9
위어 길이(m)	0.2 - 1.5
위어 높이(m)	0.01 - 0.50
유량(l/sec)	20 - 200
프루드 수	0.1 - 0.9
주수로 경사(%)	0.5

다. 수조 내의 사각 예연위어는 기초실험단계에서 유량을 측정하여 수위-유량 곡선을 보정할 계획이다.

실험수로에 공급된 유량은 최상류의 정류판을 통해서 흐름의 직진성과 안정을 확보하게 되며, 하류에 설치된 조절 수문을 통해서 수위를 조정하여 흐름 조건을 조성하게 된다.

횡월류부는 실험 수로의 중앙에 위치하며 앞 절에서 설명한 것과 같이 위어의 폭을 조절할 수 있는 구조로 만든다. 횡월류위의 배수로 하단에는 사각 예연위어를 설치하여 횡월류위를 통해서 배수되는 유량을 측정하게 된다.

실험은 먼저 일정 하폭을 조성하여 예연위어에 대하여 실시하게 되는데, 예연위어의 폭과 높이에 따라 다양한 흐름 조건을 적용하여 실험을 수행한다. 일정 하폭에 대한 예연위어에 대한 실험이 완료되면 광정위어를 설치하여 실험을 수행할 계획이며, 광정위어는 위어 폭, 경사, 높이를 변화시키면서 실험을 수행

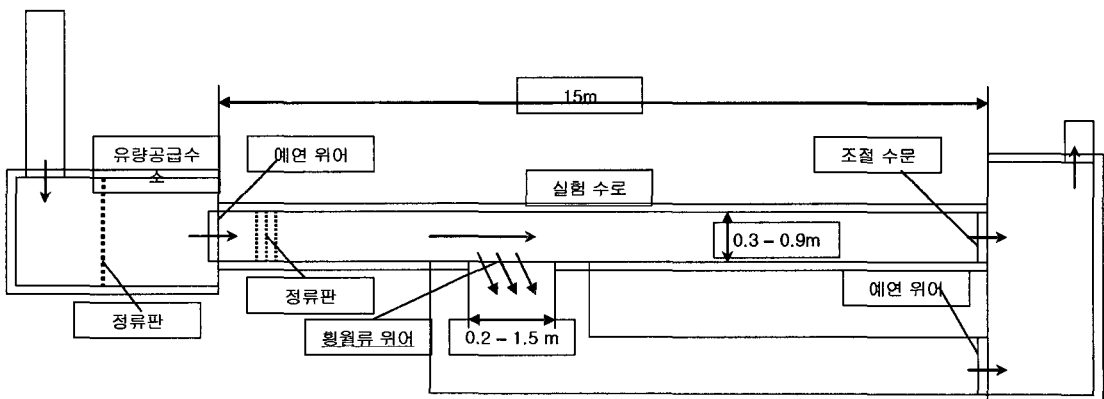


그림 5. 실험 장치의 구성



한다. 이와 같이 일정 하폭에 대한 예연위어와 광정 위어에 대한 실험이 완료되면 실험 장치의 수정을 통해서 하폭을 수정하고 다시 일련의 예연위어와 광정 위어에 대한 실험을 수행한다.

## 5. 결론

횡월류위어 유량계수 및 유량 산정에 대한 기존 연구를 검토하여 연구방향을 설정하였다. 이상의 검토를 통해서 다음과 같은 중요한 점을 도출할 수 있었다.

### ① 유량계수 산정의 기본가정

횡월류 부의 에너지 감소에 대한 고려 여부에 따라 기본방정식이 에너지 방정식 또는 운동량 방정식이 될 수 있는데 기본가정의 유효성은 적용하고자 하는 횡월류위어의 흐름 상태에 따라서 검토되어야 할 것이다. 즉, 급격한 유량의 유입이 예견된다면 에너지 방정식에 기초한 분석이 적합하지 않을 수 있을 것이다.

### ② 유량계수 산정식의 제안 방향

기존의 제안된 유량계수 식은 제한된 실험결과를 이용하여 회귀분석을 통해서 제안되었다. 이로 인해서 이전의 연구성과가 충분히 반영되었다고 보기 힘들며, 적용된 회귀분석방법이 적절하였는지 여부도 객관적으로 평가되었다고 보기 힘들다. 이전 연구자들의 실험성과와 물리적 특성이 충분히 고려된 유량계수 식의 제안이 필요하다고 판단된다.

### ③ 기존 제안식의 사용상 주의점

현재 제안된 유량계수식을 이용할 경우에는 유량계수식의 물리적 특성과 제한점을 충분히 고려하여야 한다. 또한 기본적으로 횡월류위어에 의한 유량계산은 반복계산을 필요로 함을 고려하여야 한다.

## 감사의 글

“이 연구는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 2003년도 건설핵심기술연구개발사업(03산학연C01)에 의한 것임”

## 참고문헌

- Borghai, S. M.(1999), “Discharge coefficient for sharp-crested side weir in subcritical flow”, J. of hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 125, No. 10, October, pp. 1051-1056
- Hager, W. H.(1987), “Lateral outflow over side weirs”, J. of hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 113, No. 4. April, pp. 491-504
- Hager, W. H.(1999), Wastewater hydraulics - theory and practice, Springer
- Henderson(1966), Open channel flow, Macmillan
- Lee, Ka-Leung and Holley, E.R.(2002), Physical modeling for side-channel weirs, CRWR
- May, P.W.R., et al.(2003), Hydraulic design of side weirs, HR Wallingford, Thomas Telford
- Oliveto, G., et al.(2001), “Hydraulic features of supercritical flowalong prismatic side weirs”, J. of hydraulic res., Vol. 39, pp. 73-82