

# 식생 조도 계수 산정을 위한 선별된 식생에 관한 실험 연구

## Test study on Flow Resistance for Some Selected Vegetations

이동섭\*, 우효섭\*\*, 권보애\*\*\*, 안홍규\*\*\*\*

Dong Sop Rhee, Hyoseop Woo, Bo Ae Kwon, Hong Kyu Ahn

### 요 지

최근 자연형 하천에 대한 인식이 개선됨에 따라 식생은 하천 환경 개선과 하천 복원을 위해 가장 중요하게 여겨지는 요소이다. 제방 및 호안에 사용된 식생은 하천의 심미적 가치와 환경적인 가치를 증가시키며, 다른 재료와 복합적으로 사용되는 식생의 경우, 예를 들어 사석 깎버들 호안 등은 상당히 우수한 침수 안정성을 가지는 것으로 알려져 있다. 하지만 이러한 식생의 활용은 홍수 시 흐름 저항을 증가시켜 수위를 증가시키기 때문에 하천 설계 시 식생의 조도 계수를 정확히 평가하여 사용하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 이러한 식생 조도 계수 산정에 관한 연구의 일환으로 일반 개수로에서 현재 제방에 널리 사용되고 있는 한국 잔디(금잔디) 및 양잔디(*Perennial Ryegrass*)를 선정하여 실험하였다. 두 식생 모두 완전 침수(fully submerged) 상태에서 실험을 수행하였으며, 유사한 유량 범위에 대하여 실험을 수행한 후 그 결과를 비교 분석하였다. 실험 결과 단위 폭 당 유량이 증가함에 따라 한국 잔디에 대해서는 매닝 조도 계수가 0.03 부근에 수렴하는 것으로 나타났으며, 양잔디에 대해서는 마찬가지로 단위 폭 당 유량이 증가함에 따라 0.06 부근으로 수렴하는 것으로 나타났다. 특히 한국 잔디에 대한 실험 결과는 기존 매닝 조도 계수 연구 결과 중 “홍수터-초지(작은 풀)” 조건에 대하여 설계 제안치로 제시되는 수치와 유사한 결과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

**핵심용어 : 식생, 조도 계수, 잔디**

## 1. 서론

최근 자연형 하천에 대한 인식이 개선됨에 따라 식생은 하천 환경 개선과 하천 복원을 위해 가장 중요한 역할을 하고 있다. 제방 및 호안에 사용된 식생은 하천의 심미적 가치와 환경적인 가치를 증가시키며, 다른 재료와 복합적으로 사용되는 식생의 경우, 예를 들어 사석 깎버들 호안 등은 상당히 우수한 침수 안정성을 가지는 것으로 알려져 있다. 하지만 이러한 식생의 활용은 홍수 시 흐름 저항을 증가시켜 수위를 증가시키기 때문에 하천 설계 시 식생의 조도 계수를 정확히 평가하여 사용하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 이러한 식생 조도 계수 산정에 관한 연구의 일환으로 일반 개수로에서 현재 제방에 널리 사용되고 있는 한국 잔디(금잔디: *Zoysia matrella*) 및 양잔디(*Perennial Ryegrass*)를 선정하여 실험하였다. 두 식생 모두 완전 침수(fully submerged) 상태에서 실험을 수행하였으며, 유사한 유량 범위에 대하여 실험을 수행한 후 그 결과를 비교 분석하였다.

## 2. 실험 시설 및 실험 조건

본 실험은 다음과 같은 수로를 제작하여 실험을 수행하였다. 실험 수로는 폭 1.0 m, 높이 0.9 m, 길이 16.5

\* 정회원.한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원·E-mail : dsrhee@kict.re.kr  
\*\* 정회원.한국건설기술연구원 수자원연구부 연구위원·E-mail : hswoo@kict.re.kr  
\*\*\* 정회원.한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원·E-mail : bborane@kict.re.kr  
\*\*\*\* 정회원.한국건설기술연구원 수자원연구부 선임 연구원·E-mail : ahnhk@kict.re.kr

m로 제원은 그림 1과 같다. 유량은 수로 상부에 위치한 0.6 m 온나비 위어를 이용하여 공급하며, 위어에서 하류 4.0 m 지점부터 10.5 m 지점까지 총 6.5 m의 구간에 식생을 식재하였다. 식생 식재 구간의 좌측 벽에는 아크릴 판을 설치하여 흐름 양상 및 식생의 모습을 관찰할 수 있도록 하였다.

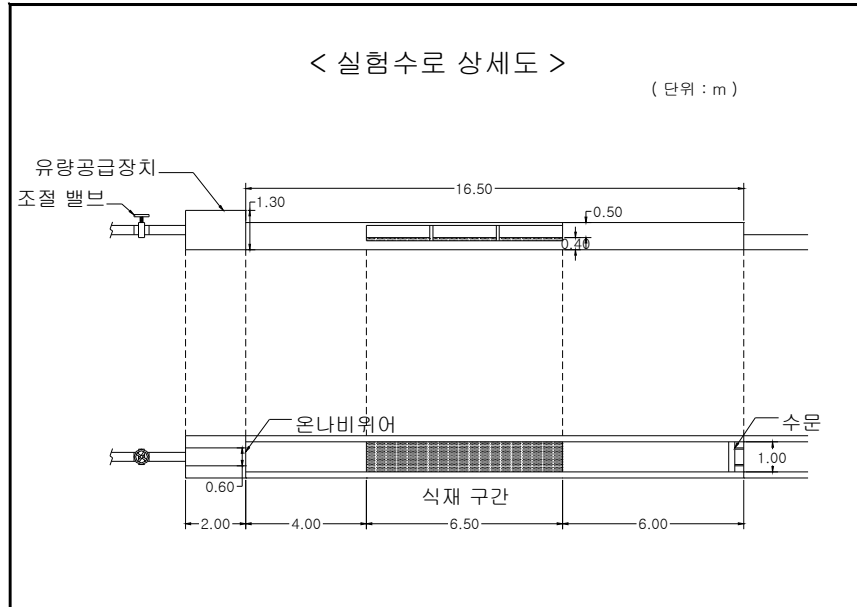


그림 1. 실험 수로 상세도

수위를 측정하기 위하여 Kenek 사의 사면측정기를 사용하였다. 식재 구간 상하류의 수로 구간에서는 수위와 수심을 모두 측정하였으며, 식재 구간에서는 수위만을 측정하였다. 식재 구간의 상류 2 m 지점부터 하류 2 m 지점까지 1 m 간격으로 측정하였으며, 횡방향으로는 3개 지점(20 cm 간격)을 선정하여 각각 3회씩 측정한 후 공간적으로 평균한 수위를 사용하여 분석을 수행하였다.

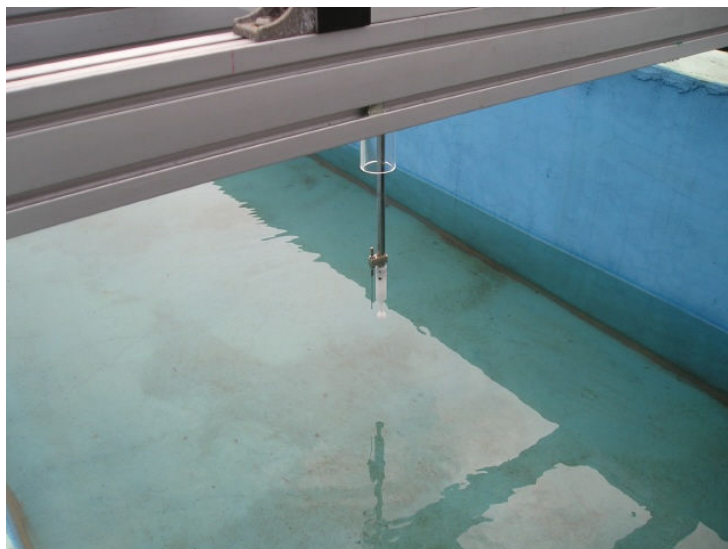


그림 2. 수위 측정(사면측정기)

수위 측정은 한국 잔디(금잔디: *Zoysia matrella*) 및 양잔디(*Perennial Ryegrass*)에 대하여 각각 8개의 조건

에 대하여 실험을 수행하였으며, 비교를 위해서 가능한 유사한 유량 범위에서 실험을 수행하였다. 두 식생 모두 완전 침수(fully submerged) 상태에서 실험을 수행하였으나, 양잔디(*Perennial Ryegrass*)의 경우 유량에 따라 완전 침수 상태가 구현이 안되는 경우가 발생하여 완전 침수 상태에서의 실험을 위하여 하류 게이트를 조정하여 측정구간 하류단 수심을 30 cm 를 유지하도록 조정한 후 실험을 조정하였다. 한국 잔디(*Zoysia matrella*)는 모든 유량 조건에 대하여 완전 침수 상태를 구현하는 것이 가능하였기 때문에 하류 게이트를 별도로 조정하지 않고 실험을 수행하였다.

### 3. 실험 결과

일반적으로 호안의 조도를 결정하기 위해서는 수로의 흐름 조건을 등류 상태로 구성하여, 유속과 수위를 측정하여 매닝 공식으로부터 조도를 추정한다. 하지만 실험 수로의 특성 상 등류 흐름이 형성되지 않으므로, 매닝 조도 계수를 가정한 후 측정된 수위 자료를 이용하여 직접 측차법을 이용하여 시행 착오법으로 조도를 추정하였다. 시행 착오법을 통하여 계산한 조도계수의 값은 그림 3에 나타내었다.

실험 결과에 의하면 양잔디(*Perennial Ryegrass*)의 조도 계수의 범위는 0.06에서 0.09 사이이며, 한국 잔디(*Zoysia matrella*)의 경우는 조도 계수의 범위가 유량 변화에 따라 0.03에서 0.05 사이였다. 유량이 점차 증가함에 따라 양잔디의 조도 계수는 0.06에 수렴하기 시작하였으며, 한국 잔디의 경우에는 조도 계수가 0.03으로 수렴하는 것을 알 수 있었다. 이는 Chow(1959)가 제시한 “홍수터-초지(작은 풀)” 조건에 대하여 설계 제안치로 0.025 ~ 0.035로 제시한 것과 동일한 결과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 양잔디의 경우는 이러한 값에 비해서 상대적으로 크게 나오는데 이는 수위에 비해서 상대적으로 식생의 기장이 길어 흐름에 대하여 한국 잔디에 비하여 상대적으로 큰 영향을 준 결과로 판단되며, 또한 Chow가 제시한 매닝 조도 계수의 값을 초본류 식생에 대하여 일률적으로 적용하기 힘들다는 것을 반증하는 것으로 판단된다. 그러나 이에 대해서는 보다 다양한 식생에 대한 실험을 필요로 하며 대표 식생별 조도 계수를 결정하는 것이 필요하리라 생각된다.

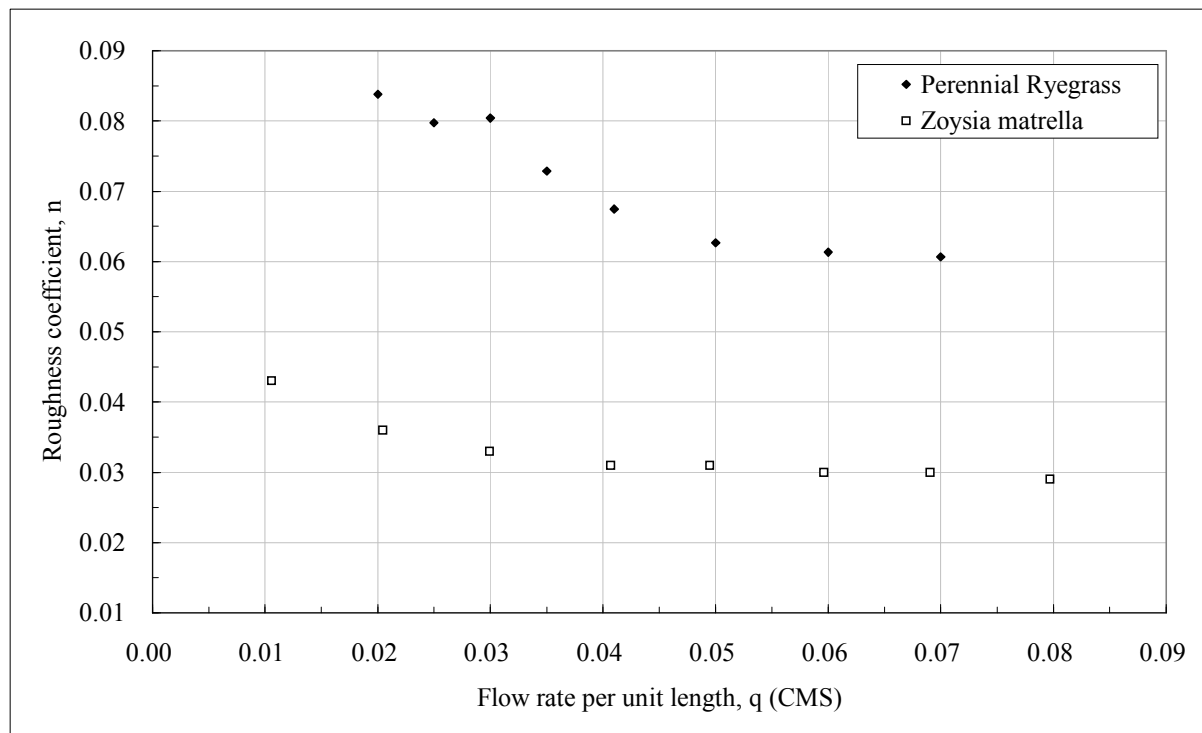


그림 3. 식생별 조도 계수

#### 4. 결론

본 연구에서는 식생 조도 계수 산정에 관한 기초 연구의 일환으로 일반 개수로에서 현재 제방에 널리 사용되고 있는 한국 잔디(금잔디) 및 양잔디(*Perennial Ryegrass*)를 선정하여 실험을 수행한 후, 한국 잔디에 대해서는 매닝 조도 계수가 0.03 부근에 수렴하며, 양잔디에 대해서는 마찬가지로 단위 폭 당 유량이 증가함에 따라 0.06 부근으로 수렴하는 것을 확인할 수 있었다.. 특히 한국 잔디에 대한 실험 결과는 기존 매닝 조도 계수 연구 결과 중 “홍수터-초지(작은 풀)” 조건에 대하여 설계 제안치로 제시되는 수치와 동일한 결과를 나타내므로 하천 설계 시 바로 활용할 수 있을 것으로 판단되지만, 양잔디에 대한 실험 결과로 판단할 경우에는 초본류 식생에 대하여 이러한 매닝 조도 계수 값을 일률적으로 적용하기 힘들다는 것을 반증하는 것으로 보인다. 그러나 이에 대해서는 실험 결과 분석 시 언급하였듯이 보다 다양한 식생에 대한 실험을 필요로 하며 이를 기초로 하여 대표 식생별 조도 계수를 결정하는 것이 필요하리라 생각된다.

#### 참 고 문 헌

1. Chow, V.T. (1959). *Open-channel hydraulics*. McGraw-Hill book Co., New York, 1959.