

월류댐 상부에 설치된 교각이 배수에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

이 원환* 조 원철** 김 민수***

1. 서론

댐 건설에 따른 배수곡선 및 단면변화의 검토는 수공학적 구조설계나 수리계산에 중요한 사항이다. 따라서 관개사업을 위한 둑이나 하천단면선정, 홍수벽의 설계, 및 하천에서의 수위유량곡선의 설정등이 이에 관계되는 사항이라 하겠다. 왜냐하면 모두가 개수로 단면의 정확한 평가에 달려 있기 때문이다. 기존의 댐 주변의 흐름은 대개 댐 자체에 의한 상류의 배수곡선과 월류시의 댐 하류를 중심으로 해석되었는데 본 연구에서는 댐 자체뿐만아니라 월류댐 상부에 설치된 교각형상에 의한 배수현상을 연구함으로써 홍수시 댐의 월류에 의해 상류에 일어나는 수위 상승을 보다 자세히 연구하고자 하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 3개의 댐 모형을 선정하였고 그 위에 7종의 교각형상을 붙여서 월류댐의 높이와 댐 상부에 설치된 교각의 단면형상을 변화시킴으로써 상류측에 발생하는 배수현상을 실험을 통하여 구명하려는 연구이다. 일반적으로 월류댐의 수리모형실험에서는 동일 축척으로 실험하는 것이 원칙이나 여기서는 댐높이에 의한 배수곡선과 교각형상에 의한 배수고에 관한 상대적인 비율을 관측하고자 하는 것이므로 댐 높이를 3가지로 구분하여 실험하였으며 또한 월류댐의 상부에 설치된 교각의 넓이와 교각사이의 폭은 팔당댐이나 의암댐 자료를 참고로 하여 설정하였다.

2. 월류댐과 교각의 모형실험

2.1 모형의 제작과 제원

본 모형에서 사용된 실험수로로는 길이 12.6 m, 폭 0.9 m, 깊이 0.66 m의 수로이며

* 연세대학교 토목공학과 교수

** 연세대학교 토목공학과 부교수

*** 연세대학교 대학원 토목공학과 석사과정

기울기는 1/2000를 선택하였고 실험에 사용한 유량은 3가지로 $Q_1=5.25\text{c}/\text{sec}$, $Q_2=8.85\text{c}/\text{sec}$, $Q_3=17.05\text{c}/\text{sec}$ 이다.

모형이 설치된 위치는 상류 유입구로부터 6m55cm의 위치에 있으며 교각의 횡단 설치 위치는 수로 폭을 3등분한 점에 각각 설치하였다. 실험모형은 먼저 댐이 2cm, 5cm, 7cm의 높이를 가지며 교각 모형은 형태별로 7종을 선택하였고 모든 모형은 목재를 사용하였다. 그림(1)은 모형댐의 제원이며 그림(2)는 교각의 기하학적인 형상과 제원이다.

2.2 월류댐의 모형실험

이 연구의 목적은 동일유량에 대한 각각의 월류댐 높이별 배수곡선과 교각형상에 의한 배수고의 측정에 있으므로 구조물 설치전의 수심을 정확하게 측정해야 한다.

우선 월류댐을 설치하기 전에 유량을 측정해야 하므로 수심이 일정하게 유지되도록 오랜 시간동안 통수하여 각각의 유량에 대하여 유량계를 이용하여 유량을 측정한다. 측정된 각 유량이 일정하게 통수되도록 유지시켜 놓고 point gauge 를 이용하여 오차가 $\pm 1.0\text{mm}$ 이하가 되도록 3회이상 측정하고 유속은 이 실험에서 큰 문제가 되지 않으므로 Micro current meter를 사용하여 1점법으로 수로 횡방향의 좌측, 우측, 중앙에 대하여 측정하여 평균유속을 구한다. 수위 측정위치는 상류유입구로부터 1번지점이 0.42m, 2번지점이 1.31m, 3번지점이 4.16m, 4번지점이 4.71m, 5번지점이 5.53m, 6번지점이 6.13m, 7번지점이 6.48m에 위치한다. 월류댐의 모형실험순서는 아래와 같다.

- 1) 월류댐을 설치하기 전에 3가지 유량에 대해서 수위를 측정한다.
- 2) 각각의 유량에 대해서 각 월류댐 모형을 설치한 후 위에 설명한 수위측정위치에서 수위를 측정한다.

2.3 교각의 모형실험

교각모형실험은 크게 두가지로 분류 할 수가 있는데, 첫번째는 각 유량에 대해서 교각모형만 설치하였을 경우이며 두번째는 월류댐 위에 교각모형을 설치한 경우로 나누어 진다.

수위측정은 측정위치중 7번 위치만을 선택하며 모형실험순서는,

- 1) 교각 모형을 수로에 설치하기 전에 수위측정지점 7번위치에서 각각의 유량에 대해 수위를 측정한다.
- 2) 교각 모형을 수로에 설치한 후 위와 같은 지점에서 각각의 유량에 대해 수위를 측정한다.
- 3) 각 월류댐위에 교각모형을 설치하여 수위측정지점 7번위치에서 수위를 측정한다.

2.4 교각이 배수에 미치는 영향

월류댐의 모형실험과 교각의 모형실험을 통하여 얻은 자료로부터 교각이 배수에 미치는 영향에

대하여 알아보기 위해서는 다음과 같은 방법으로 각각의 모형에 대해서 배수고를 비교한다.

- 1) 교각모형을 모형댐위에 설치하기전에 수위를 측정한 다음 각 모형댐 위에 교각을 설치하여 배수고를 측정하여 수위에 대한 배수고의 비에 대하여 알아본다.
- 2) 동일 유량을 댐 설치전에 흘렸을때 교각 모형에 의한 배수고와 각 댐 모형위에 교각모형을 설치한 후 월류시켰을때 교각모형에 의한 배수고를 비교하여 댐 설치전에 비하여 몇 %의 배수고 상승이 생겼는지를 비교한다.

3. 실험결과

수위에 대한 배수고의 백분율은 그림(3), 그림(4), 그림(5)에 나와 있으며 그림(3)은 유량 Q_1 (5.35l/sec)을 흘려 보냈을 경우로 모형댐 설치전 각 교각모형의 수위에 대한 배수고의 백분율이 12%, 8%, 4%, 4%, 8%, 8%, 8%로 가장 높게 나타났으며 모형댐의 설치높이가 높아짐에 따라 그 위에 설치된 교각모형에 의한 수위에 대한 배수고의 백분율이 점차 둔화되는 것을 알 수 있다. 그림(4)는 유량 Q_2 (8.85l/sec)에 대한 수위에 대한 배수고의 백분율에 대한 것으로 그림(3)에 나타난 양상이 그대로 나타나고 있다.

그림(5)은 유량 Q_3 (15.09l/sec)을 통수하였을 경우의 수위에 대한 배수고의 백분율을 나타낸 것

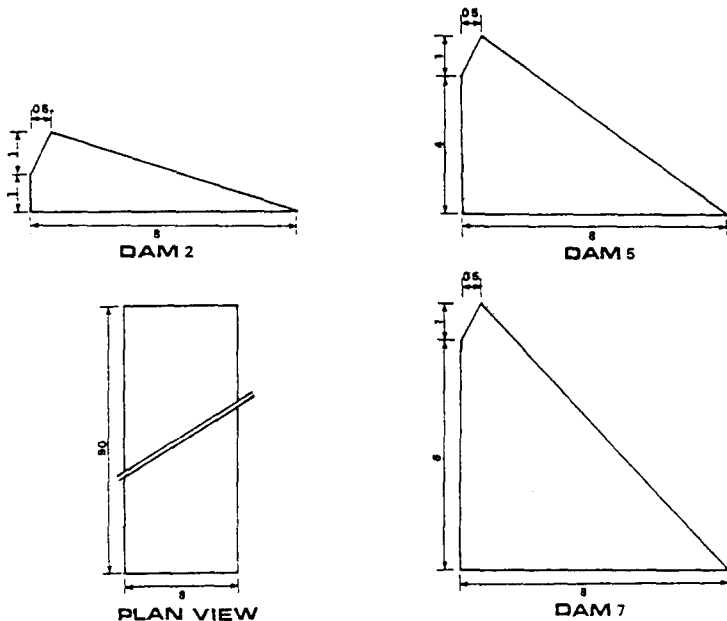


그림 1 댐모형의 제원

으로 모형댐을 설치하기전에 교각모형을 설치한 경우, 모형댐 2위에 교각모형을 설치한 경우, 모형댐 5, 모형댐 7위에 교각모형을 설치한 경우의 순으로 그 값이 작아지고 있음을 알 수 있다.

모형댐 설치하기전에 교각모형에 의한 배수고를 기준으로 하여 각 모형댐위에 교각모형을 설치하여 얻은 배수고에 대한 백분율은 그림(6), 그림(7), 그림(8)에 나타내었다. 그림(6)에서 보면 댐 높이가 높아질수록 배수고는 댐설치전의 경우에 비하여 상대적으로 높아짐을 알 수가 있다. 그림(7)은 유량 Q_2 (8.85l/sec)에 대한 경우로 그림(6)의 유량 Q_1 (5.35l/sec)에 대한 경우와 같이 모형댐을 설치하기전에 교각모형에 의한 배수고에 비해 모형댐 위에 교각모형을 설치후 측정된 배수고가 더 크게 나타났으며 모형댐의 높이가 높아질수록 배수고가 점점 상승하였다. 유량 Q_3 (15.09l/sec)에 대한 경우는 그림(8)에 나와 있으며 그림에서 보는바와 같이 앞의 두 그림에 나타난 경향이 그대로 재현되고 있다.

4. 결 론

본 논문은 월류댐의 높이 변화와 댐 마무리에 설치된 각종 교각형상에 따른 배수현상의 변화물

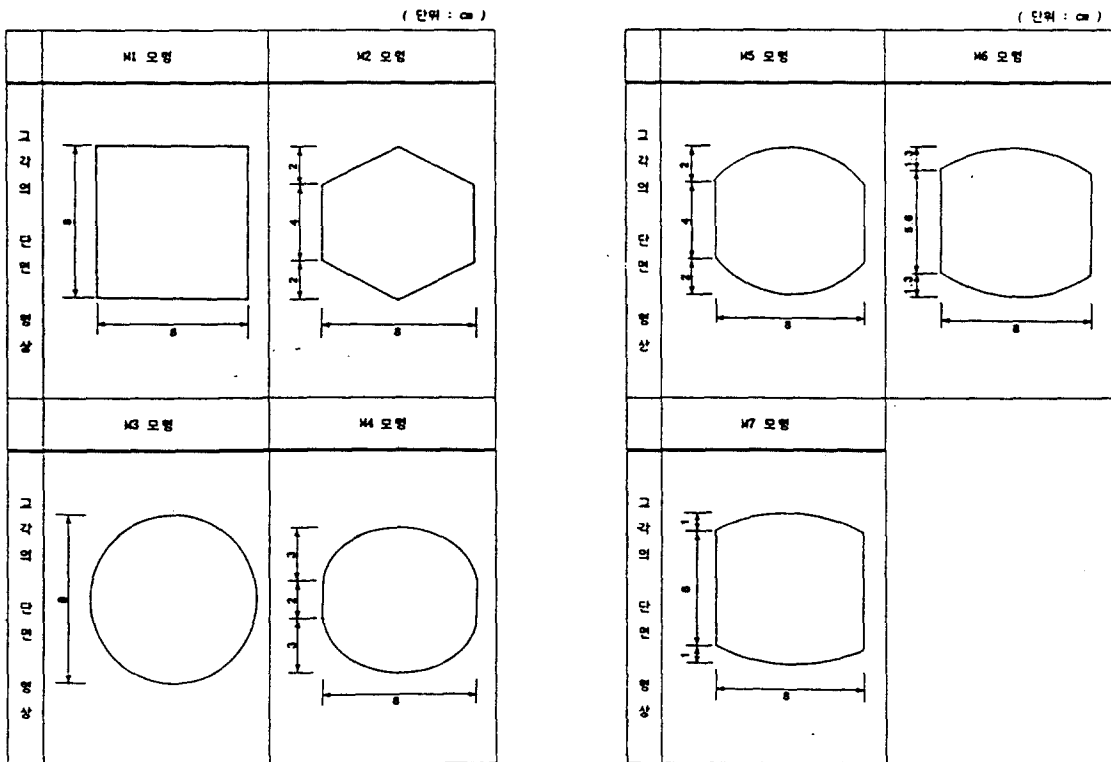


그림 2 교각의 기하학적인 형상과 제원

실험적으로 취급한 것이다. 본 연구를 통하여 얻어진 성과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 수위에 대한 배수고의 비는 모형댐의 높이가 낮을수록 큰 것으로 밝혀졌다.
- 2) 월류댐 상부에 교각모형을 설치하였을 경우 동일 유량에 대하여 댐 높이가 높아짐에 따라 배수고가 상승하였다.

참 고 문 헌

1. 이원환, 수리학, 문운당, pp. 138~163, pp. 479~507, 1986.
2. 이원환, 발전공학, 동명사, pp. 86~92, 1990.
3. 이 원환 외 4명, 수리계산법, 금문사, pp. 292~293, 1982.
4. 이홍래, 교량교각주변의 국부세굴에 관한 실험적 연구, 연세대학교 대원 석사 논문, 1984.
5. Carl E. Kindswater., and Rolland W. Carter., "Tranquil flow through Open-Channel Constrictions", Transaction, ASCE, Vol. 120, pp. 955~989, 1955.
6. Chow, V. T., Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill Book Co., pp. 525~553, 1959.
7. Emmett M. Laursen., "Bridge Backwater In Wide Valleys", Proceedings of

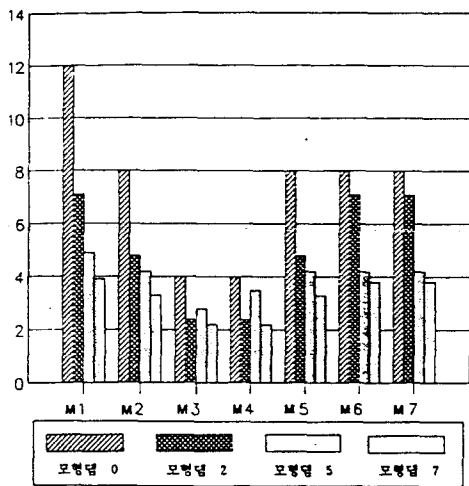


그림 3 수위에 대한 배수고 백분율 (Q₁=5.35l/sec) (자료값은 (Δh/h)×100(%))

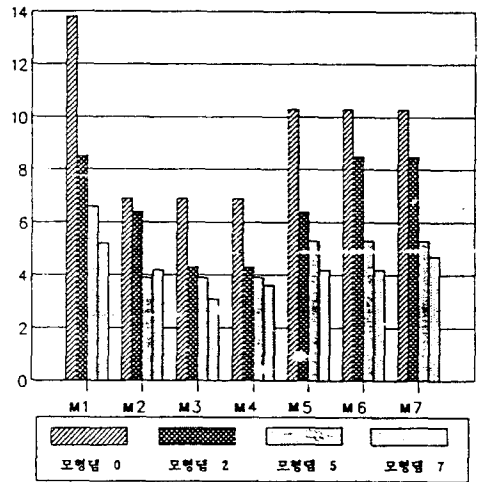


그림 4 수위에 대한 배수고 백분율 (Q₂=8.85l/sec) (자료값은 (Δh/h)×100(%))

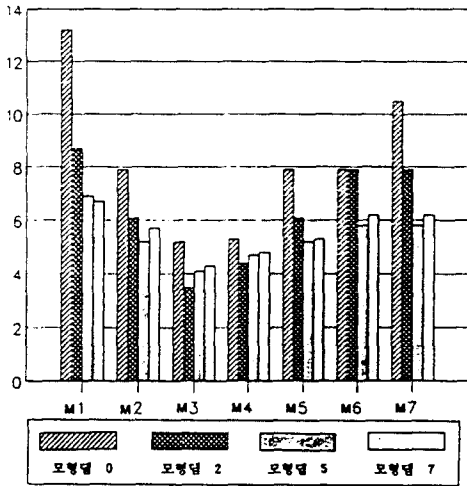


그림 5 수위에 대한 배수고 백분율 ($Q_3=15.09\text{l/sec}$) (자료값은 $(\Delta h/h) \times 100(\%)$)

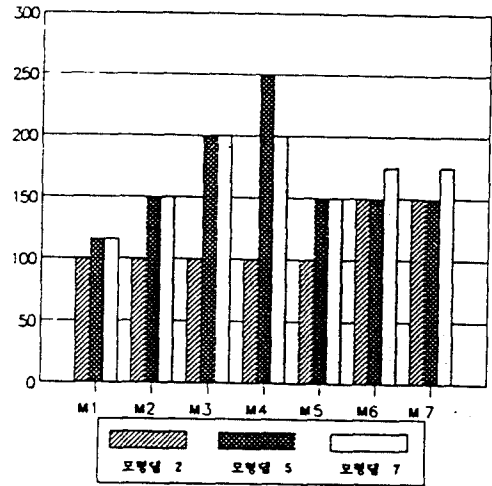


그림 6 모형댐 설치전의 배수고에 대한 모형댐 설치후의 배수고 백분율($Q_1=5.35\text{l/sec}$)

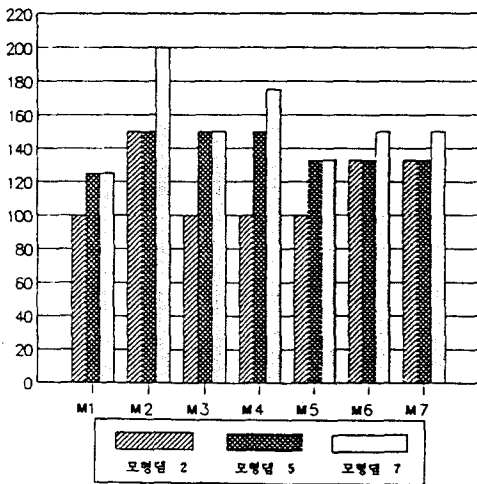


그림 7 모형댐 설치전의 배수고에 대한 모형댐 설치후의 배수고 백분율($Q_2=8.85\text{l/sec}$)

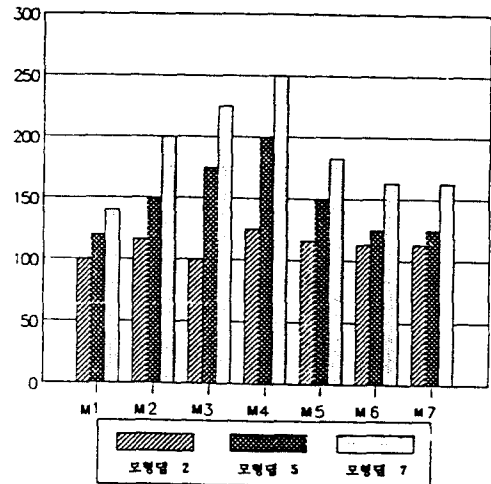


그림 8 모형댐 설치전의 배수고에 대한 모형댐 설치후의 배수고 백분율 ($Q_3=15.09\text{l/sec}$)

ASCS, Journal of Hydraulics Division, Vol. 96, NO. HY4, pp. 1019~1038, 1970.

8. Henry L. Langhaar, Dimensional Analysis and Theory of Models, Robert E.

Krieger Publishing Company Huntington, New York, 1980.

9. Herbert J. Tracy and Rolland W. Carter., "Backwater Effects of Open-Channel Constrictions", Transaction, ASCE, Vol. 120, pp. 993~1005, 1955.
10. J. Thomas Franques and Darnial W. Yannitell., "Two-Dimensional Analysis of Backwater at Bridges", ASCE, Journal of Hydraulic Division, Vol. 100, NO.

월류댐 상부에 설치된 교각이 배수에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

이 원환* 조 원철** 김 민수***

1. 서론

댐 건설에 따른 배수곡선 및 단면변화의 검토는 수공학적 구조설계나 수리계산에 중요한 사항이다. 따라서 관개사업을 위한 둑이나 하천단면선정, 홍수벽의 설계, 및 하천에서의 수위유량곡선의 설정등이 이에 관계되는 사항이라 하겠다. 왜냐하면 모두가 개수로 단면의 정확한 평가에 달려 있기 때문이다. 기존의 댐 주변의 흐름은 대개 댐 자체에 의한 상류의 배수곡선과 월류시의 댐 하류를 중심으로 해석되었는데 본 연구에서는 댐 자체뿐만아니라 월류댐 상부에 설치된 교각형상에 의한 배수현상을 연구함으로써 홍수시 댐의 월류에 의해 상류에 일어나는 수위 상승을 보다 자세히 연구하고자 하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 3개의 댐 모형을 선정하였고 그 위에 7종의 교각형상을 붙여서 월류댐의 높이와 댐 상부에 설치된 교각의 단면형상을 변화시킴으로써 상류측에 발생하는 배수현상을 실험을 통하여 구명하려는 연구이다. 일반적으로 월류댐의 수리모형실험에서는 동일 축척으로 실험하는 것이 원칙이나 여기서는 댐높이에 의한 배수곡선과 교각형상에 의한 배수고에 관한 상대적인 비율을 관측하고자 하는 것이므로 댐 높이를 3가지로 구분하여 실험하였으며 또한 월류댐의 상부에 설치된 교각의 넓이와 교각사이의 폭은 팔당댐이나 의암댐 자료를 참고로 하여 설정하였다.

2. 월류댐과 교각의 모형실험

2.1 모형의 제작과 제원

본 모형에서 사용된 실험수로는 길이 12.6 m, 폭 0.9 m, 깊이 0.66 m의 수로이며

* 연세대학교 토목공학과 교수

** 연세대학교 토목공학과 부교수

*** 연세대학교 대학원 토목공학과 석사과정

기울기는 1/2000를 선택하였고 실험에 사용한 유량은 3가지로 $Q_1=5.25\text{c}/\text{sec}$, $Q_2=8.85\text{c}/\text{sec}$, $Q_3=17.05\text{c}/\text{sec}$ 이다.

모형이 설치된 위치는 상류 유입구로부터 6m55cm의 위치에 있으며 교각의 횡단 설치 위치는 수로 폭을 3등분한 점에 각각 설치하였다. 실험모형은 먼저 댐이 2cm, 5cm, 7cm의 높이를 가지며 교각 모형은 형태별로 7종을 선택하였고 모든 모형은 목재를 사용하였다. 그림(1)은 모형댐의 제원이며 그림(2)는 교각의 기하학적인 형상과 제원이다.

2.2 월류댐의 모형실험

이 연구의 목적은 동일유량에 대한 각각의 월류댐 높이별 배수곡선과 교각형상에 의한 배수고의 측정에 있으므로 구조물 설치전의 수심을 정확하게 측정해야 한다.

우선 월류댐을 설치하기 전에 유량을 측정해야 하므로 수심이 일정하게 유지되도록 오랜 시간동안 통수하여 각각의 유량에 대하여 유량계를 이용하여 유량을 측정한다. 측정된 각 유량이 일정하게 통수되도록 유지시켜 놓고 point gauge 를 이용하여 오차가 $\pm 1.0\text{mm}$ 이하가 되도록 3회이상 측정하고 유속은 이 실험에서 큰 문제가 되지 않으므로 Micro current meter를 사용하여 1점법으로 수로 횡방향의 좌측, 우측, 중앙에 대하여 측정하여 평균유속을 구한다. 수위 측정위치는 상류유입구로부터 1번지점이 0.42m, 2번지점이 1.31m, 3번지점이 4.16m, 4번지점이 4.71m, 5번지점이 5.53m, 6번지점이 6.13m, 7번지점이 6.48m에 위치한다. 월류댐의 모형실험순서는 아래와 같다.

- 1) 월류댐을 설치하기 전에 3가지 유량에 대해서 수위를 측정한다.
- 2) 각각의 유량에 대해서 각 월류댐 모형을 설치한 후 위에 설명한 수위측정위치에서 수위를 측정한다.

2.3 교각의 모형실험

교각모형실험은 크게 두가지로 분류 할 수가 있는데, 첫번째는 각 유량에 대해서 교각모형만 설치하였을 경우이며 두번째는 월류댐 위에 교각모형을 설치한 경우로 나누어 진다.

수위측정은 측정위치중 7번 위치만을 선택하며 모형실험순서는,

- 1) 교각 모형을 수로에 설치하기 전에 수위측정지점 7번위치에서 각각의 유량에 대해 수위를 측정한다.
- 2) 교각 모형을 수로에 설치한 후 위와 같은 지점에서 각각의 유량에 대해 수위를 측정한다.
- 3) 각 월류댐위에 교각모형을 설치하여 수위측정지점 7번위치에서 수위를 측정한다.

2.4 교각이 배수에 미치는 영향

월류댐의 모형실험과 교각의 모형실험을 통하여 얻은 자료로부터 교각이 배수에 미치는 영향에

대하여 알아보기 위해서는 다음과 같은 방법으로 각각의 모형에 대해서 배수고를 비교한다.

- 1) 교각모형을 모형댐위에 설치하기전에 수위를 측정한 다음 각 모형댐 위에 교각을 설치하여 배수고를 측정하여 수위에 대한 배수고의 비에 대하여 알아본다.
- 2) 동일 유량을 댐 설치전에 흘렸을때 교각 모형에 의한 배수고와 각 댐 모형위에 교각모형을 설치한 후 월류시켰을때 교각모형에 의한 배수고를 비교하여 댐 설치전에 비하여 몇 %의 배수고 상승이 생겼는지를 비교한다.

3. 실험결과

수위에 대한 배수고의 백분율은 그림(3), 그림(4), 그림(5)에 나와 있으며 그림(3)은 유량 Q_1 (5.35l/sec)을 흘려 보냈을 경우로 모형댐 설치전 각 교각모형의 수위에 대한 배수고의 백분율이 12%, 8%, 4%, 4%, 8%, 8%, 8%로 가장 높게 나타났으며 모형댐의 설치높이가 높아짐에 따라 그 위에 설치된 교각모형에 의한 수위에 대한 배수고의 백분율이 점차 둔화되는 것을 알 수 있다. 그림(4)는 유량 Q_2 (8.85l/sec)에 대한 수위에 대한 배수고의 백분율에 대한 것으로 그림(3)에 나타난 양상이 그대로 나타나고 있다.

그림(5)은 유량 Q_3 (15.09l/sec)을 통수하였을 경우의 수위에 대한 배수고의 백분율을 나타낸 것

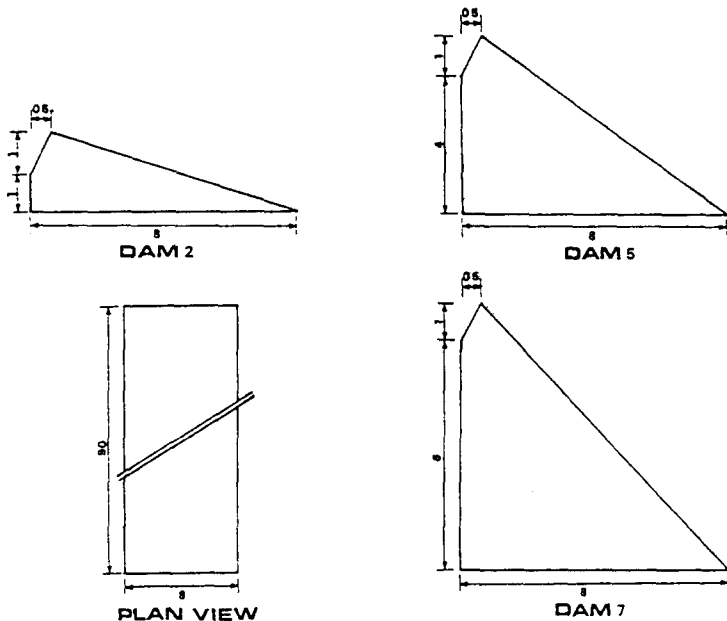


그림 1 댐모형의 제원

으로 모형댐을 설치하기전에 교각모형을 설치한 경우, 모형댐 2위에 교각모형을 설치한 경우, 모형댐 5, 모형댐 7위에 교각모형을 설치한 경우의 순으로 그 값이 작아지고 있음을 알 수 있다.

모형댐 설치하기전에 교각모형에 의한 배수고를 기준으로 하여 각 모형댐위에 교각모형을 설치하여 얻은 배수고에 대한 백분율은 그림(6), 그림(7), 그림(8)에 나타내었다. 그림(6)에서 보면 댐 높이가 높아질수록 배수고는 댐설치전의 경우에 비하여 상대적으로 높아짐을 알 수가 있다. 그림(7)은 유량 Q_2 (8.85l/sec)에 대한 경우로 그림(6)의 유량 Q_1 (5.35l/sec)에 대한 경우와 같이 모형댐을 설치하기전에 교각모형에 의한 배수고에 비해 모형댐 위에 교각모형을 설치후 측정된 배수고가 더 크게 나타났으며 모형댐의 높이가 높아질수록 배수고가 점점 상승하였다. 유량 Q_3 (15.09l/sec)에 대한 경우는 그림(8)에 나와 있으며 그림에서 보는바와 같이 앞의 두 그림에 나타난 경향이 그대로 재현되고 있다.

4. 결 론

본 논문은 월류댐의 높이 변화와 댐 마무리에 설치된 각종 교각형상에 따른 배수현상의 변화물

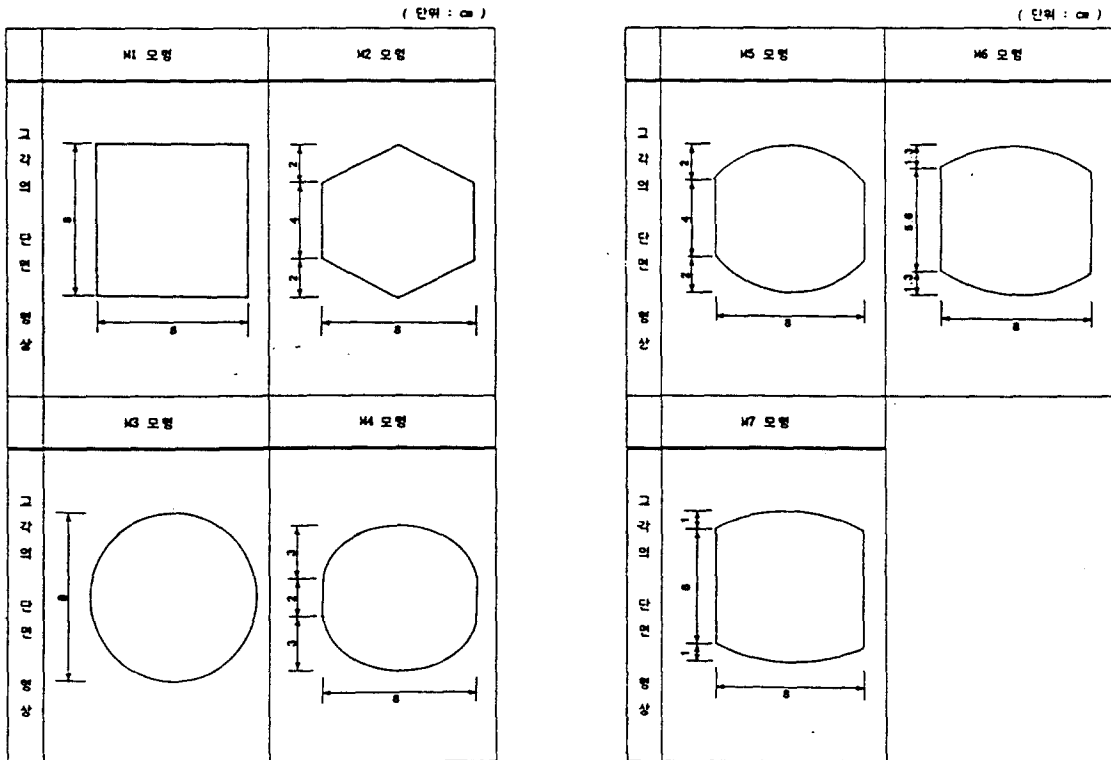


그림 2 교각의 기하학적인 형상과 제원

실험적으로 취급한 것이다. 본 연구를 통하여 얻어진 성과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 수위에 대한 배수고의 비는 모형댐의 높이가 낮을수록 큰 것으로 밝혀졌다.
- 2) 월류댐 상부에 교각모형을 설치하였을 경우 동일 유량에 대하여 댐 높이가 높아짐에 따라 배수고가 상승하였다.

참 고 문 헌

1. 이원환, 수리학, 문운당, pp. 138~163, pp. 479~507, 1986.
2. 이원환, 발전공학, 동명사, pp. 86~92, 1990.
3. 이원환 외 4명, 수리계산법, 금문사, pp. 292~293, 1982.
4. 이홍래, 교량교각주변의 국부세굴에 관한 실험적 연구, 연세대학교 대원 석사 논문, 1984.
5. Carl E. Kindswater., and Rolland W. Carter., "Tranquil flow through Open-Channel Constrictions", Transaction, ASCE, Vol. 120, pp. 955~989, 1955.
6. Chow, V. T., Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill Book Co., pp. 525~553, 1959.
7. Emmett M. Laursen., "Bridge Backwater In Wide Valleys", Proceedings of

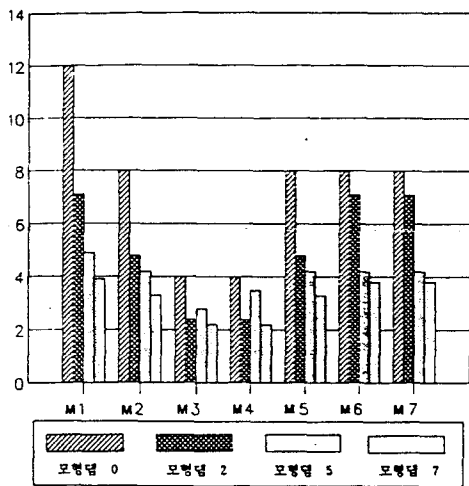


그림 3 수위에 대한 배수고 백분율 (Q1=5.35l/sec) (자료값은 (Δh/h)×100(%))

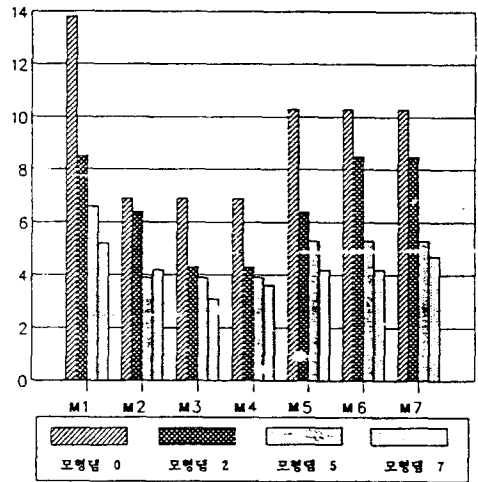


그림 4 수위에 대한 배수고 백분율 (Q2=8.85l/sec) (자료값은 (Δh/h)×100(%))

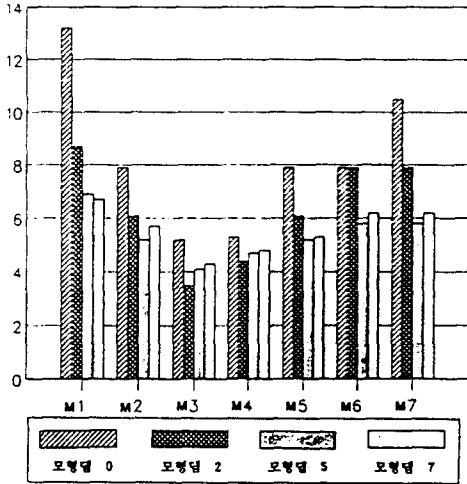


그림 5 수위에 대한 배수고 백분율 ($Q_3=15.09\text{l/sec}$) (자료값은 $(\Delta h/h) \times 100(\%)$)

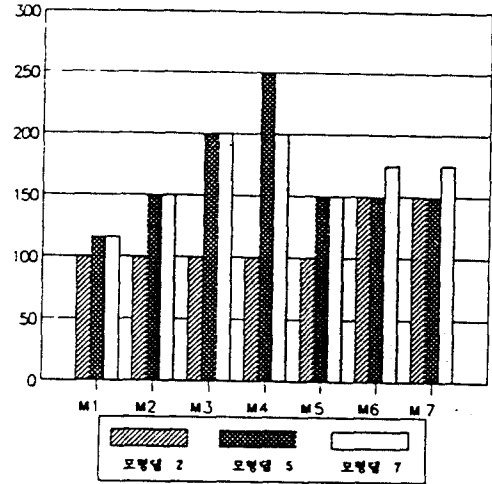


그림 6 모형댐 설치전의 배수고에 대한 모형댐 설치후의 배수고 백분율($Q_1=5.35\text{l/sec}$)

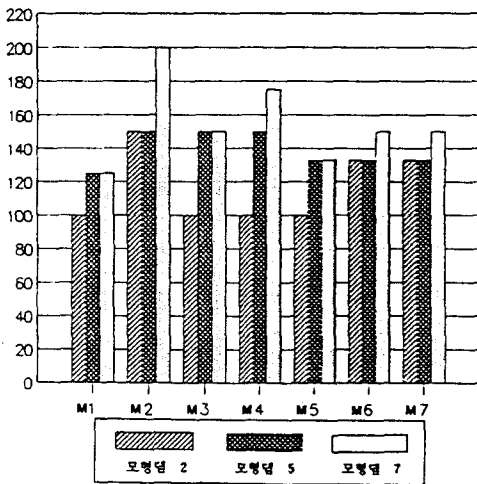


그림 7 모형댐 설치전의 배수고에 대한 모형댐 설치후의 배수고 백분율($Q_2=8.85\text{l/sec}$)

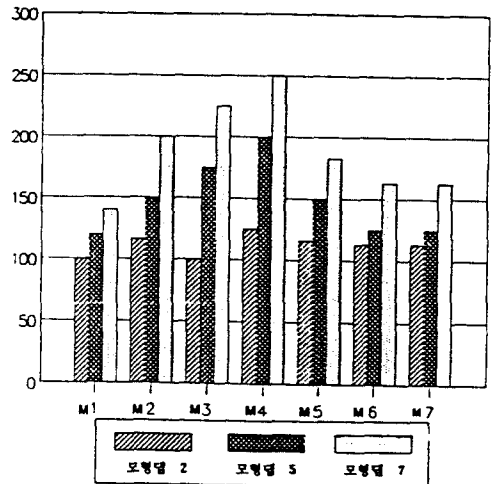


그림 8 모형댐 설치전의 배수고에 대한 모형댐 설치후의 배수고 백분율 ($Q_3=15.09\text{l/sec}$)

ASCS, Journal of Hydraulics Division, Vol. 96, NO. HY4, pp. 1019~1038, 1970.

8. Henry L. Langhaar, Dimensional Analysis and Theory of Models, Robert E.

Krieger Publishing Company Huntington, New York, 1980.

9. Herbert J. Tracy and Rolland W. Carter., "Backwater Effects of Open-Channel Constrictions", Transaction, ASCE, Vol. 120, pp. 993~1005, 1955.
10. J. Thomas Franques and Darnial W. Yannitell., "Two-Dimensional Analysis of Backwater at Bridges", ASCE, Journal of Hydraulic Division, Vol. 100, NO.