

P. E. 막을 이용한 수리모형의 수리현상

Hydraulic Aspects in Hydraulic Scale Model Using P. E. Strip Textile

천 만 복*
Chun, Man-bog

Abstract

The purpose of this study is to make it clear that the P. E. strip textile function well as a roughness element in a rather highly distorted scale model. A series of test has been conducted in a flume to measure the effect of P. E. strip textile for the flow velocities.

The velocity reduction ratio of the flow with P. E. strip textile to the flow without it is about 10%~20% in case of 10cm and 20cm water depth.

The surface flow condition was very calm comparing to the other roughness elements such as concrete block, gravel etc..

I. 서 론

수리모형 실험은 임의의 축척에 따라 모형을 제작하여 이론적인 해석이 난해한 어떠한 현상들에 대하여 필요한 조건들을 부여하였을 경우에 나타나는 실험의 결과로서 해석하는 기법이다.

일반적으로 수리모형의 크기는 실험대상과 실험목적에 따라 축소하거나 확대하여 모형의 규모를 결정한다. 실험대상이 정밀하거나 복잡하여 축소모형으로 제작하여 실험 목적에 필요한 자료를 얻어 낼수 없을 경우에는 실험대상물보다 확대하여 모형실험을 수행해야 하는 경우

도 발생될 수 있다. 이러한 경우는 정밀기계 구조물이거나 실험대상의 국부적인 중요부분에 대한 실험을 행할 경우가 된다.

하천이나 해안 등을 대상으로 하는 실험에서는 대개의 경우 실험공간의 여건에 따라 축소모형을 제작하여 실험을 수행한다.

또한 모형은 축척이 실험대상에 따라 수평과 수직의 축척이 동일한 비왜곡 모형과 수직과 수평의 축척이 달리하는 왜곡모형⁵⁾으로 대별할 수 있다.

왜곡모형은 하천이나 해안 등 넓은 지역을 대상으로 수리모형 실험을 하고자 할 때 수평축척과 수직축척을 동일하게 적용할 경우 모형에서

* 농어촌진흥공사 농어촌연구원

키워드 : 수리모형실험, 축소모형, 왜곡모형비, 왜곡모형, 왜곡비, P.E.막 조도보정, 유속제어

수심은 아주 얇게 되므로 실험의 결과를 이용할 수 없게 된다.

따라서 실험목적에 부합하는 결과를 얻기 위해서는 수직축척은 수평축척 보다 비율을 작게 하여 모형을 제작하여야만 실험이 가능하게 될 것이다.

이러한 경우 모형은 모형 왜곡비(수평축척비/수직축척비)의 영향으로 기울기가 달라지고 유속이 빨라지므로 모형의 보정이 필요하게 된다. 모형보정의 주된 인자는 조도보정이다.

본 연구는 이러한 왜곡모형에서의 조도보정⁷⁾에 일반적으로 많이 사용하고 있는 모형바닥표면의 조도를 크게 하였을 경우에도 원형에 대한 모형의 속도보정이 불가능한 큰 왜곡비의 모형이나, 조도블록²⁾을 사용함으로써 표면 흐름이 비정상적으로 발생하는 것을 방지하기 위하여 P.E. 막을 조도보정 재료로 사용하였을 경우의 유속제어 효과를 분석함으로써 향후 왜곡비가 큰 모형의 조도보정에 참고자료로 제시하는 바이다.

II. P.E. 막 효과실험

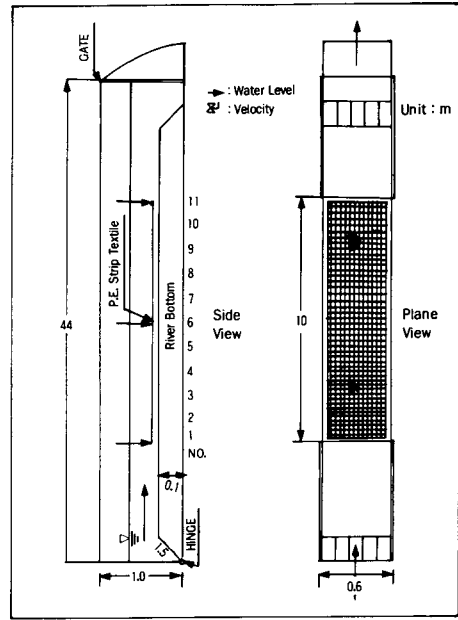
왜곡비가 큰 수리모형에서 유속제어를 위한 조도보정 재료로서 조도블록이나 자갈²⁾등과 같이 유수 지장물을 이용할 경우에는 모형의 수심이 깊지 않기 때문에 모형의 표면흐름이 원형과 다른 비정상적인 형태로 나타나게 된다.

따라서 본 실험에서는 조도보정 재료로서 가벼운 P.E. 막을 수로의 수심에 따라 필요한 임의의 높이에 수평 방향으로 설치함으로써 표면흐름에 대한 영향과 유속제어 효과를 실험을 통하여 분석하였다.

1. 실험장치

실험은 농어촌진흥공사 수리시험장 댐수로공시험실의 가동경사 수로에서 실시하였으며 실험장치의 형태는 <Fig. 1>에 나타내었다.

수로의 길이는 40m, 폭은 0.6m, 높이는 1.0m이다. 실험시의 수온은 15℃였으며, P.E. 막의



<Fig. 1> Experimental Equipment Layout

두께는 1mm이며 가로, 세로 3mm 간격의 격자식 직포형태로써 물에 뜨는 가벼운 재질로 되어 있다.

P.E. 막의 설치위치는 수로의 수표면에서 수심의 10%, 50%, 90% 위치인 H_{10} , H_{50} , H_{90} 에 설치하여 모형실험을 하였으며, 2점으로 설치할 때의 막 간격은 1cm 정도로 하였다.

막의 설치는 수로의 양쪽 벽에 1m 간격으로 굽은 철사 막대를 움직이지 않게 고정시킨 후, 수로 폭과 같이 0.6m 폭에 길이 10m로 절단한 P.E. 막을 평평하도록 충분히 당긴 후 가장자리를 굽은 철사막대에 고정시켜 설치된 막의 형태가 수로내에 물이 흐를때 접혀지거나 설치위치가 이동되는 것을 방지하도록 하였다.

2. 실험방법

수로의 수심을 10, 20cm인 경우에 대하여 각각 P.E. 막의 유속제어 효과실험을 하였다.

가동상 경사수로에 유량을 공급하여 수심별 유속을 측정하였다. 그리고 수로의 바닥과 평행하

개 P.E. 막을 1겹 또는 2겹을 각각 H₁₀, H₅₀, H₉₀의 위치에 각각 설치하고 각 설치에 대하여 유속을 수면으로부터 수심의 20%, 60%, 80% 위치에서의 측정치인 V_{0.2h}, V_{0.6h}, V_{0.8h}와 P. E. 막 설치전의 동일 위치에서의 측정유속과 비교, 분석하였다.

P.E. 막 설치후의 유속측정은 막의 시점으로부터 4m, 10m 위치의 수로 중앙부에 직경 5cm 크기의 구멍을 내고 유속계를 넣어 계측하였다.

P.E. 막 설치전 유속은 유량의 조절로 변화를 주었으며, 실험은 수면이 충분히 안정된 후 매 초당 1회씩 30초간 연속 측정하였다.

이때 표면흐름의 안정 상태는 색소를 살포하여 관찰하였다.

III. 실험결과 및 고찰

수로내의 수심이 10cm인 경우와 20cm인 경우에 대하여 P.E. 막을 설치 전후의 유속실험 결과 그 감소효과는 <Table 1>과 <Table 2>에 나타난 바와 같다.

유속측정 결과는 측정 위치별로 매초당 1회씩 30회 연속 측정값을 산술 평균⁴⁾ 하였다.

측점단면의 평균유속은 4점법³⁾ $V_m = (V_{0.2h} + 2V_{0.6h} + V_{0.8h}) / 4$ 으로 계산하였다.

<Table 1> Velocities with/ without P.E. Strip Textile(Water Depth 10cm)

(Unit : m/ s)

Measuring Position	Without P.E. Strip Textile	Single Layer			Double Layer		
		P.E.Strip Textile Position			P.E.Strip Textile Position		
		H ₁₀	H ₅₀	H ₉₀	H ₁₀	H ₅₀	H ₉₀
V _{0.2h}	0.65	0.31	0.66	0.66	0.16	0.74	0.68
V _{0.6h}	0.68	0.70	0.50	0.62	0.63	0.42	0.67
V _{0.8h}	0.54	0.74	0.56	0.46	0.60	0.49	0.26
Average	0.64	0.62	0.56	0.59	0.50	0.52	0.57
Ratio ※ (%)		95	88	92	79	81	89

※ Relative Values : Single Layer P.E. Strip Textile/ without P.E. Strip Textile or Double Layer P.E. Strip Textile/ without P.E. Strip Textile

<Table 2> Velocities with/ without P.E. Strip Textile(Water Depth 20cm)

(Unit : m/ s)

Measuring Position	Without P.E. Strip Textile	Single Layer			Double Layer		
		P.E.Strip Textile Position			P.E.Strip Textile Position		
		H ₁₀	H ₅₀	H ₉₀	H ₁₀	H ₅₀	H ₉₀
V _{0.2h}	0.33	0.11	0.29	0.37	0.08	0.32	0.37
V _{0.6h}	0.34	0.34	0.23	0.32	0.32	0.21	0.35
V _{0.8h}	0.25	0.28	0.29	0.13	0.28	0.30	0.08
Average	0.32	0.27	0.26	0.29	0.25	0.26	0.29
Ratio ※ (%)		85	83	90	79	82	92

※ Relative Values : Single Layer P.E. Strip Textile/ without P.E. Strip Textile or Double Layer P.E. Strip Textile/ without P.E. Strip Textile

2h+2V_{0.6h}+V_{0.8h}) / 4 으로 계산하였다.

1) 수로의 표면흐름 상태는 수심에 관계없이 모두 P.E. 막 설치 전과 같은 형태를 보였다.

2) 수심 10cm인 경우 수로에 막이 설치되기 전의 평균 유속은 0.64m/s, Froude수는 0.6465였다.

위와 같은 값은 수리모형 실험으로서는 유속이 비교적 큰 값으로 왜곡비가 큰 모형의 실험에서 자주 발생될 수 있다.

그리고 속도제어를 위해 P.E. 막을 1겹으로 설치하였을 경우는 약 10% 내외의 유속감소 효과(F=0.596)가 나타났다.

2겹으로 설치한 경우는 20% 정도의 유속감소 효과(F=0.5350)를 보여 1겹일때보다 10% 정도 더 큰 효과를 보이고 있다.

3) 수심 20cm인 경우(F=0.2285) 수로에 막이 설치되기 전의 평균 유속은 0.32m/s이며 Froude수는 0.2285로서 원형의 조도가 아주 작아 모형의 조도 보정이 어려우며,¹⁾ 왜곡비가 크지 않은 실험의 경우에 나타날 수 있는 경우가 될 수 있다.

유속제어를 위해 P.E. 막을 1겹으로 설치하였을 경우와 2겹으로 설치한 경우 모두 약 15% 내외의 유속감소 효과가 나타났다.

특히 P.E. 막을 H₉₀에 설치한 경우에서 유속

감소 효과가 가장 작게 나타났다.

실험결과에서 유속이 클수록 막의 유속제어 효과가 커지며, 막 설치위치는 H_{50} 에 설치할 경우에 안정된 제어효과를 나타내었다.

또한 본 실험 결과를 왜곡비가 6인 황강 수리 모형실험¹⁾에 적용한 결과 큰 효과를 나타내었다.

IV. 결 론

본 연구는 수리모형 실험에서 P.E. 막을 이용하여 조도보정 재료로 이용할 때 설치위치, 설치방법 등 활용성과 효과를 측정하기 위한 기초실험으로서 실험자료를 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 표면 흐름의 형태는 P.E. 막을 설치한 전, 후 동일한 형태를 보였다.

2. Froude수가 0.6465인 수심 10cm의 수로에 대한 P.E. 막을 1겹 또는 2겹으로 설치했을 때 유속제어 효과는 각각 약 10%, 20% 정도의 감속 효과를 보였으며, 2겹일 때 1겹일 경우보다 약 10% 정도의 큰 효과를 나타내었다.

3. 수심이 20cm일 경우(수로 유속 0.32m/s) 막을 1겹, 2겹으로 설치한 경우 어느 경우이든 약 15% 내외의 유속감소 효과를 보였다.

이상의 결과에서 왜곡비가 큰 수리모형 실험에 모형의 조도보정 재료로써 P.E. 막을 사용할 경우 표면 흐름의 형태⁶⁾에 영향을 주지않고 유속제어 효과가 있으므로 향후 유속과 막의 설치방법에 대한 다양한 실험을 통하여 효과적인 제어방안을 제시하고자 한다.

향후 수리실험에 적용시에는 모형의 지점별 수

심과 유속을 고려한 별도의 기초실험을 거쳐 P.E. 막의 설치방법을 결정하여야 할 것이다.

또한 이러한 기초실험은 고정상 실험, 즉 정량적인 분석이 필요한 때에만 가능하며 이동상 실험에서는 별도의 기초실험이 수행되어야 한다.

참고문헌

1. 농어촌진흥공사, 1991. 새만금지구 수리모형실험.
2. 함천군, 1996. 황강 첩수로 수리모형실험.
3. Cook, Nathan H. and Ernest Rabinwicz, 1963. Physical Measurement and Analysis, pp. 195~203.
4. Novak and Cabelka, 1981. Models in Hydraulic Engineering, pp. 4~29, 56~71.
5. French, Richard H. 1985. Open Channel Hydraulics, pp. 163~194.
6. Daugherty, Robert L. Joseph B. Franzini, John Finnemore, 1981. Fluid Mechanics Applications, pp. 340~350.
7. 江守一郎 and Dieterich J. Schuring, 模型實驗의 理論과 應用, 1982. pp. 17~32.

약 력

천 만 복



1982. 경북대학교 농과대학 농공학과 졸업
 1984. 경북대학교 대학원 농공학과 M.S
 1989. 경북대학교 대학원 농공학과 Ph. D
 현재 농어촌진흥공사 농어촌연구원
 책임연구원
 KCID 관개배수실행분과 위원