

하천 사주의 제거로 인한 수리적 영향에 관한 연구

Study on Hydraulic Effect from Removal of Sandbar in River

천 만 북*
Chun, Man Bog

Summary

The sand bar has developed at the junction of the Kum-ho River and Shin-ryoung River. The sediment transported from the Kumho River basin has decreased since the Youngchon Dam has been functioning. Sand bar and the vicinity of the bottleneck at the upstream of Kumho River and Osu Island which is consisted of sand bar have inundated frequently.

This study was carried out through the hydraulic model test to calibrate the hydraulic effect from removal of sand bar in the river and straightening the river course by land reclamation.

The water level of river at the vicinity of bottleneck can be lowered as much as 0.4~0.7m. when the sand bar is removed. When river is straightened the river course by land reclamation the water level can be lowered as half of removal of sand bar.

I. 서 론

금호강과 신령천이 합류하는 부분에 오수섬이라는 사주가 형성되어 있다. 이 사주는 금호강의 상류와 신령천의 상류 유역에서 홍수에 의하여 토사가 유하된 후 퇴적되어 발달된 것이다. 금호강의 상류에 영천 댐(유역면적 234.6km²)을 건설한 후로는 토사의 유출이 줄어들고 있으며 하류부의 침수빈도가 줄어들고 있으나 큰 홍수 때 금호강측의 합류지점의

상류 병목지역에서 침수가 일어나고 있다.

본 연구는 오수섬을 굴착하여 금호강을 따라 매립하고 하천변을 직선으로 만들어 수리현상을 원활하게 하여 병목지역과 사주인 오수섬의 침수를 방지하고자 한다.

실험은 유역면적 453.7km², 유로연장 50.4km인 금호강의 중, 상류 일부구간과 유역면적 346km², 유로연장 33.0km인 신령천을 대상으로 하였다. 하천정비 기본계획^{1,2,3} 수립시 대상하천의 계획 홍수량으로서 직할하천인

* 농어촌진흥공사 농어촌연구원

키워드 : 퇴적물, 상류수위, 유수단면적 토지조성, 수리모형실험

금호강은 100년, 준용하천인 신령천은 50년 빈도 확률 홍수량을 채택하였지만, 본실험에서는 2개 하천 모두 100년 빈도 계획 홍수량^{1,2)}을 실험유량으로 각각 1,430m³/s와 1,550m³/s를 적용하고 두하천의 합류시에는 2,980m³/s를 적용하였다.

오수섬은 금호강, 신령천의 상류에서 이송된 부유물에 의하여 합류지점 부근에 폭 150m로 발달되었으며 하천폭은 190m이다. 그러나 오수섬을 제거하면 하천폭이 340m로 넓혀져 유수단면적이 크게 증대하고 하천을 오수섬의 굴착토로 매립하면서 직선화하면 우안에 이용 가능한 새로운 토지가 조성되는 부수적인 효과가 있다.

II. 모형제작

1. 모형범위

모형제작에서 신령천쪽은 서문보(상수원으로 이용하고 있음) 상류 300m지점, 금호강쪽은 영천교 상류 300m지점, 하류쪽은 거여보까지를 범위로 정하였다.

2. 모형축척

수평 1/120, 수직 1/40의 왜곡비가 3인 고정상모형으로 하였다. 실험에서 자유표면을 갖는 흐름으로 중력이 지배적인 인자이므로 Froude상사법칙^{7,8)}을 적용하였다. 실험유량은 Froude의 상사법칙으로부터 100년 빈도 설계 홍수량 2,980m³/sec에 대한 0.098m³/sec로 하였다.

Table-1은 모형축척비에 대한 각인자의 원형에 대한 모형의 축척비를 나타낸 것이다.

3. 모형제작재료

모형의 형태는 현장지형측량의 결과를 이용하여 모형축척비(수평 1/120, 수직 1/40)에 따라 축소 제작하였다. 하상은 표고에 따라

Table-1. Scale factors of hydraulic model

| Factor | Symbol | Ratio | Remarks |
|-----------|-------------------|---------|-------------------|
| Scale | Ver. | L_H | 120 |
| | Hor. | L_V | 40 |
| Velocity | $L_V^{1/2}$ | 6.3 | |
| Discharge | $L_H L_V^{3/2}$ | 30,000 | |
| Time | $L_H L_V^{-1/2}$ | 19 | |
| Area | L_H^2 | 14,400 | |
| Volume | $L_H^2 L_V$ | 576,000 | |
| Roughness | $(L_H/L_V)^{1/2}$ | 1.73 | Chezy Coefficient |
| Froude | 1 | 1 | |

모래로 1차 형성하고 표면을 시멘트 모르타(t=0.5mm)로 마감하였고, 하천제방은 벽돌로 쌓은 후 모르타로 처리하고, 교량 및 보는 목재를 사용하였다.

4. 모형의 조도보정

본 실험의 모형은 왜곡모형이므로, 모형축척비에 따라 모형이 제작 되었다라도 하상경사가 크게되어 유속이 크게 발생되므로 추가적인 조도의 보정⁵⁾이 필요하였다.

따라서 하상의 모르타 처리시 10m/m 깊이로 유수에 직각방향으로 빗살무늬를 주고, 그 위에 10m/m 크기의 쇠석을 10/m²의 밀도로 포설하였다.

Fig. 1은 실험구역의 상, 하류 하천의 모형경계 위치와 모형실험에서 수위, 유속 측정지점 및 실험조건 등 모형의 형태를 나타내고 있다.

III. 모형실험

1. 실험계측장비

하천 수위는 전기식 수위계 5대를 사용하여 측정하고, 하천단면내의 X, Y 양방향의 측정이 가능한 전자식 유속계를 이용하여 유속을 측정하였다. 디지털 자동유량 측정기를 이용하

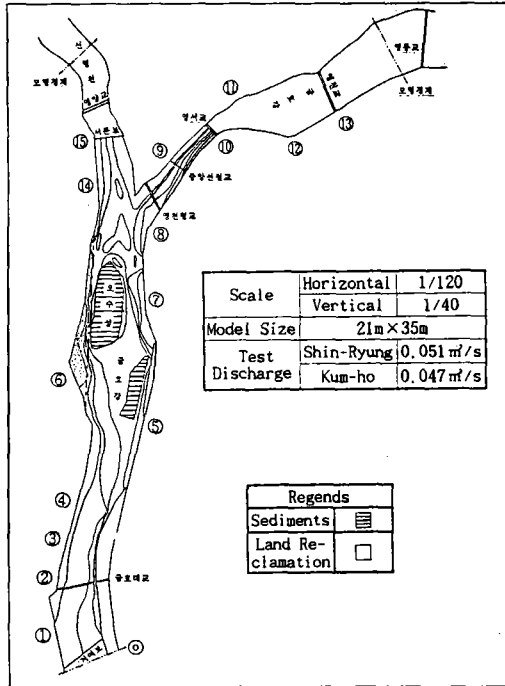


Fig. 1. Model boundaries and measuring point

여 정확한 실험유량을 공급하므로써 유량공급의 오차를 $\pm 1.0\%$ 이내로 하였다. 하천 단면의 유속측정 값을 연속적으로 저장, 분석하기 위하여 2대의 측정자료 자동처리장치를 이용하였다.

2. 계측방법

하천수위는 하천 양안의 수위를 측정하여 산술평균하였고, 하천단면 유속은 하천의 횡단폭에 따라 2~6개의 양방향 유속계를 설치하여 매초당 1회씩 각 유속계별로 x, y방향의 유속을 연속으로 30회 측정후, 각유속계의 합성유속을 산술평균 하였다.

3. 실험 조건

실험은 3개의 경우를 가정하여 실험하였다. 조건 1 사주를 제거하지 않은 현재의 상태 조건 2 완전히 사주를 제거한 상태에서 수

리현상을 관측

조건 3 사주를 굴착하여 하천우안에 매립하여 토지조성한 경우

IV. 실험결과 및 비교분석

1. 수위변화 및 유속

오수섬 하류부위(No.0~No.5)에서의 수위는 오수섬의 굴착조건의 영향을 받지않고 굴착 전, 후의 수위는 같았다. 상류부에서는(No. 5 이상) 오수섬을 제거함으로써 유수단면폭이 190m에서 340m로 커짐으로 인하여 구간에 따라 40~70cm 정도로 수면강하가 나타났다.

Fig. 2는 모형실험결과로 나타난 측정별 수위를 하천 원형에서의 수위로 환산하여 나타낸 것으로 No.0은 하류쪽, No.10은 상류쪽이며 오수섬은 No.7 부근이다.

Fig. 2에 나타난 바과 같이 우안으로 사주를 이동시켜 토지를 조성한 경우와 사주를 완전제거한 경우에 대한 유수형태의 변화를 검토한 결과, 매립조성한 경우의 수위강하량은 완전 제거한 경우의 수위 강하량의 1/2 정도 이었다. 이것은 원래하천의 사주가 하천 가운데 형성되어 있어 하천흐름을 분류(分流)시킴으로써 유수에 지장물의 기능으로 작용되어

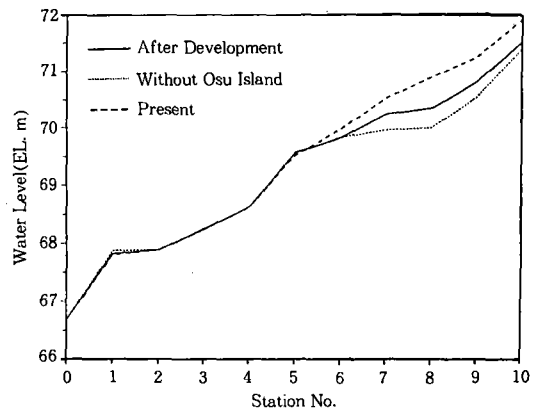


Fig. 2. Water level variation along the river for three different test cases

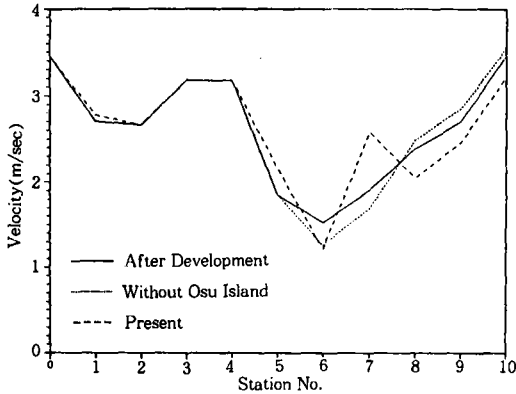


Fig. 3. Velocities variation along the river for three different test cases

하천수위가 높아지나, 하천흐름 방향으로 토지를 매립 조성하므로 지장물로서 작용하지 않으므로 원래 하천수위 보다 낮게 나타난다.

각 조건별 모형 실험에서의 각 측정별 단면 평균유속을 하천 원형에서의 단면 평균 유속으로 환산하여 Fig. 3에 나타냈다.

사주 제거후의 유속변화는 사주 제거전보다 오수섬 상류쪽에서 부위에 따라 0.1~0.5m/s 증가한다. 오수섬 부근에서는 사주 제거로 인하여 하천 유수단면이 확대되어 오수섬 부위에서 유속이 0.46~0.96m/s 감소하였다. 오수섬을 굴착하여 우안에 매립한 경우는 유속은 완전제거한 경우의 절반인 0.23~0.48m/s 정도 감소되었다. 사주 제거 부위 하류(No.4 이하)에서는 유속의 변화는 거의 나타나지 않았다.

2. 사주 제거전,후 유황변화 비교분석

사주의 제거전 상류측은 유속이 느려 단면의 유속이 대체로 고르게 나타나지만, 오수섬 부근에서 섬의 영향을 받아 흐름의 장애가 일어나 유속분포가 부분적으로 고르게 분포되지 못하였다. 사주를 완전히 제거한 때는 상류는 유속이 빨라져 금호강의 우안쪽으로 편향되어 흐르고 제거된 부위에서는 유속이 느리지만 하천 단면에 유황이 고르게 나타났다. 그리고

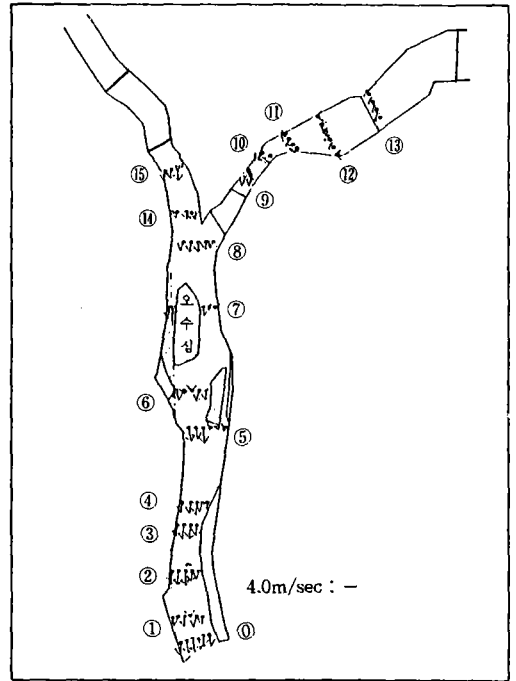


Fig. 4. Current direction & velocities (present)

하류측에서는 사주 제거전과 유사한 유황을 보이고 있다.

우안측에 매립한 경우는 상, 하류 하천에서 고른 유황을 나타내고 있으며 하류측은 유속 변화가 거의 나타나지 않았다.

Fig. 4~Fig. 6은 실험 조건별로 하천 단면별 측정점에서 측정결과를 2차원 하천유속으로 환산하여 나타낸 것이다.

하천 흐름의 변화를 실험 조건별로 비교할 때 사주를 완전제거한 경우보다 하천우안에 매립한 경우에 변화가 더 적음을 실험에서 도출할 수 있었다.

3. 실험결과의 검증

실험 대상지역에 대한 장기적인 유출관측 자료가 없으므로 본 실험에서는 1993년 “낙동강 하천정비 기본계획” 수립시 관측한 저수량에서의 수위, 유속자료를 HECII 수치모델

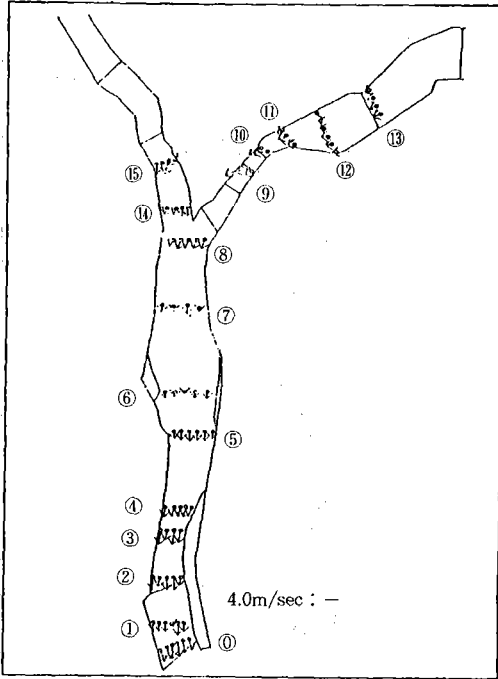


Fig. 5. Current direction & velocities (without osu island)

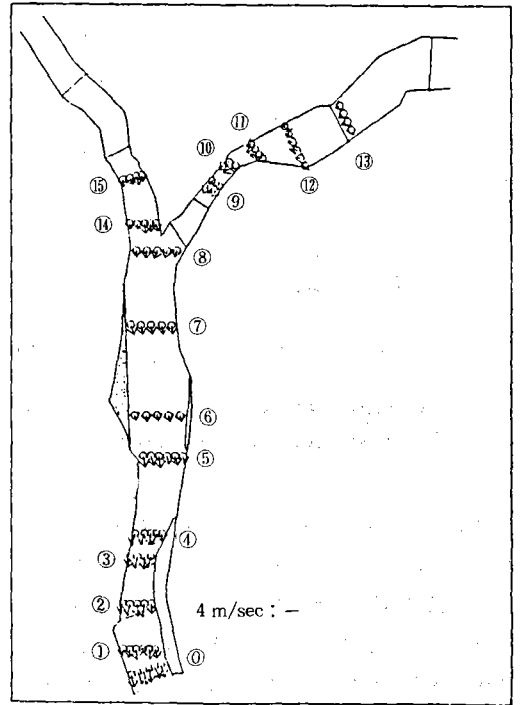


Fig. 6. Current direction & velocities (after development)

에 적용하여 결정된 현장 조도계수(0.035)를 본 실험에 이용하였다.

HECII 모델은 임의단면에 대한 수위를 다음의 2개 기본방정식에 의해 사산되어진다.

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \dots\dots (1)$$

$$h_e = LS_f + C \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \dots\dots\dots (2)$$

- 여기서 WS_1, WS_2 = 임의 구간의 수위
- V_1, V_2 = 임의 구간의 평균유속
- α_1, α_2 = 임의 구간의 유속계수
- g = 중력가속도
- h_e = 수두손실
- L = 임의 구간거리
- S_f = 마찰경사

C = 단면 확대, 축소 손실계수(본유

역에서는 일반하천에서의 적용 값인 0.1, 0.3을 각 적용)

Fig. 7은 에너지 방정식 (1)과 (2)의 각인자를 그림으로 나타낸 것이다.

그리고 100년 빈도 설계홍수량인 2,980m³/s에 대해 사주를 제거하기전의 수치해석 결과와 수리모형실험 결과를 비교하여 모형을 검

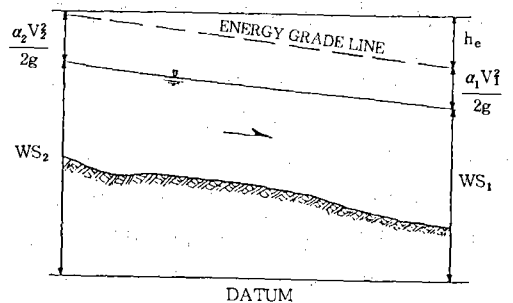


Fig. 7. Representation of terms in energy equation

증하였다. Table-2는 HEC II Model을 이용한 수치해석과 조도보정을 한후의 수리모형실험 결과의 수위, 유속에 대한 값을 비교한 것으로서 거의 유사한 값을 보이고 있다.

Table-2. Comparison of results by numerical model and hydraulic model test
Water level : m, Velocity : m/s

| Position | Numerical Model | | Hydraulic Model Test | | Remarks |
|----------|-----------------|----------|----------------------|----------|---------|
| | Water Level | Velocity | Water Level | Velocity | |
| 0 | 66.68 | 3.45 | 66.68 | 3.45 | 거여보 |
| 3 | 68.24 | 3.25 | 68.35 | 3.20 | |
| 5 | 69.52 | 2.16 | 69.60 | 2.15 | |
| 7 | 70.54 | 2.58 | 70.50 | 2.55 | 오수섬부근 |
| 9 | 71.26 | 2.46 | 71.35 | 2.40 | |
| 10 | 71.92 | 3.22 | 71.90 | 3.20 | 영서교 |

V. 결 론

본 실험은 2개의 하천이 합류할 때 형성된 사주의 제거 방법에 따른 하천 상하류에서의 하천의 수위 및 유속분포의 변화에 대한 수리현상을 사전 검토하기 위해 수행하였다. 주요 실험 결과를 분석한 결과

(1) 영천댐 하류부 사주를 하천의 양쪽, 혹은 한쪽으로 이동시켜 토지를 조성하므로써 오수섬 부근에서부터 상류쪽으로 약 0.3m내외의 수위 강하가 일어나며,

(2) 제거된 오수섬 부근에서 상류쪽으로 유속은 0.1~0.6m/s 정도 구간에 따라 다소 빨라지나, 하류하천에 나타나는 영향이 거의 없었다.

(3) 수위, 유속의 국부적인 변화는 하도안

정이나 하천환경의 변화에 실질적인 영향이 없을것으로 판단된다.

(4) 사주를 하천외로 제거시키는 경우보다 하천을 직선화시킨 경우의 유황이 단면별 더 고르게 나타났다.

이상의 결과에서 하천사주를 하천내의 토지 조성 재료로 사용하여 하천을 직선화 시킨 경우, 하류하천에서의 수위, 영향 및 유황에 영향이 없는 것으로 나타났다.

향후, 본 실험대상 유역과 같이 하천의 사주를 제거하고자 할 경우, 사주의 제거 전, 후의 하천형태에 대한 상, 하류 하천에서의 수위, 유속 뿐만 아니라 유황, 유속분포를 함께 검토, 비교함이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 경상북도, 1991, 신령천 하천정비기본계획.
2. 영천시, 1993, 금호강 하천정비공사 기본계획보고서.
3. 경상북도, 1993, 고현천 하천정비기본계획.
4. 농어촌진흥공사, 1995, 오수섬 수리모형실험.
5. 농어촌진흥공사, 1991, 새만금지구 수리모형실험.
6. Richard H. French, 1985, Open Channel Hydraulics, pp. 163~194.
7. Novak and Cabelka, 1981, Models in Hydraulic Engineering, pp. 4~29.
8. 江守一郎 and Dieterich J. Schuring, 模型實驗의 理論과 應用, 1982, pp. 17~32.

(접수일자 : 1996년 11월 7일)