

자연친화적 수로의 정비 공법에 대한 안정성 검토

Safety Investigation on the Consolidation Methods of Environment-Friendly Canals

김 선 주* · 고 재 선 · 안 민 우(전국대)
Kim, Sun-Joo* · Ko, Jae-Sun · An, Min Woo

Abstract

Due to the increasing interest in preserving environment, many environmentally friendly canal consolidation methods have been developed. Those methods, however, tend to focus more on the scenery than on the control of water. Thus, the safety of such methods are need to be studied more profoundly. In this study, the hydraulic examination of applied environmentally friendly methods using HEC-RAS model considering roughness coefficient and shear force in a canal is done to present the hydraulic safety of each methods. Further more, vegetations distribution characteristics and maintenance methods of channel are investigated.

I. 서 론

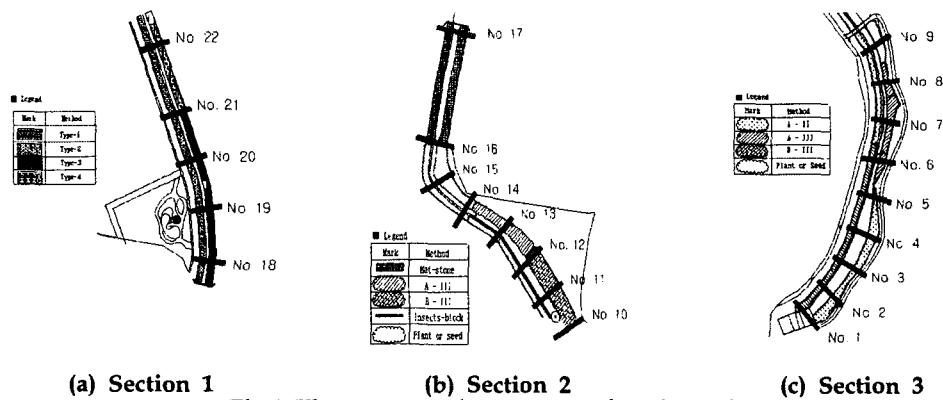
본 연구에서는 경기도 여주군 송삼지구 제2호 배수로를 연구대상지역으로 선정하여, 1) 자연친화적 수로 정비공법과 하도내 식생분포의 특성을 조사하고, 2) HEC-RAS 수리모형에 의해 조도계수와 소류력에 따른 수리학적 검토를 하며, 이를 바탕으로 3) 자연친화적 조성공법의 수리학적 안전성에 대한 기초적 검토를 실시하고자 한다. 본 연구는 자연친화적 공법에 따른 홍수의 수로 내 영향을 파악하여, 공법에 따른 치수 안정성을 정량적으로 평가하고 보다 적절한 공법계획 및 관리가 가능하도록 기초자료를 제시하는데 있다.

II. 재료 및 방법

2.1 대상지역

본 연구의 대상수로인 송삼지구내 송삼 제2호 배수지선은 행정구역상 경기도 여주군 가남면 삼승리에 위치하고 있으며, 그 중 수로연장 490m, 면적 7,390m²에 이수 및 치수관리형, 친수공간형, 생태계보전형의 3개구간으로 나누어 자연친화적으로 수로정비가 이루어져 있다.

2.2 자연친화적으로 조성된 수로의 적용 공법



1) 1구간(이수 및 치수관리형)

1구간은 정비수로의 하류부분으로 수로연장은 140m로서 식생콘크리트를 이용한 호안 공법이 사용되어 있으며 6개 지점에 대한 단면측량을 통하여 시뮬레이션 하였다.

2) 2구간(친수공간형)

2구간은 수로연장 180m이며, 자연친화적 식생호안공법으로 A-II, A-III, B-III Type의 공법이 적용되어 있으며 교각 아래 부분에는 매트스톤공법이 적용되어 있다. 또한 곡류부분에 B-III Type의 식생호안공법과 반대편 호안은 콘크리트 구조물로 된 곤충서식블록이 시공되어 있다.

3) 3구간(생태계보전형)

3구간은 정비수로의 상류 부분으로서 수로연장은 170m이고, 공법으로는 A-II Type은 110.63m, A-III Type은 96.59m, B-III Type은 94.66m에 각각 적용되어 있으며 9개 지점에 대하여 단면측량을 수행하였다.

2.3 대상지구의 HEC-RAS 적용

대상지역으로 선정한 송삼지구 제2호 배수로를 구간에 따라 공법별 단면특성을 알아보기 위해 20m 간격으로 22개 지점의 단면에 대하여 Level 측량하였다. 또한 모형의 적용에 있어 모의결과와 비교검토를 통한 모형의 검증을 위해 영국 Valeport[®]의 프로펠러식 유속계를 사용하여 평·저수시 22개 단면지점의 유량을 측정하고 그 값을 모형에 입력하여 단면별 수위, 유속을 비교하였다. 본 연구에서는 사용한 Manning의 조도계수는 하천시설기준에서 제시한 조도계수를 사용하여 모의 발생하였으며, Open-Channel Hydraulics (Chow)에서 제시된 식생으로 라이닝된 수로의 허용유속을 통하여 안정성을 비교 검토하였다. 자연친화적 공법이 적용된 송삼지구 제2호 배수로의 특성상 토사의 유입이 많고 식생공법에 의한 식생의 영향을 받는 부분이 많아서 범위를 0.03~0.045로 한정하였으며 조도계수는 공법, 하도부와 사면부의 식생 피복을 고려하여 각각 다른 값을 입력하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1 실측값의 모형 적용 결과

평수위 유속 측정을 통하여 단면별 유량을 계산하여 계산된 $0.041 \text{ m}^3/\text{s}$ 내외의 유량자료를 모형에 입력 모의하였고, Table 1과 같이 비교 검토하였다. 유량에 대한 실측 유속과 모의 유속은 Station no. 8에서 0.03 m/sec 의 차이를 나타내었으며 이외의 단면에서는 상대오차 5% 이내로 거의 일치하는 것으로 비교 분석되었다. 수위 비교는 0.01m 에서 0.05m 범위 내외로 실측수위와 유사하게 나타나는 것으로 모의되었다.

Table 1. The comparison of measured and simulated values of the respective methods.

Station No.	적용공법	평균회전수(n/10sec)	수위(m)		유속(m/sec)	
			실측	모의	실측	모의
22	침사지, 양안 콘크리트 인공수로	28	0.17	0.18	0.882	0.9
17	기단부 나무말뚝, 식생호안 공법	39	0.28	0.27	1.226	1.24
13	곤충서식 블록 공법	34	0.18	0.19	1.070	1.01
8	자연석을 이용한 공법	34	0.32	0.31	1.069	1.12
4	식생콘크리트를 이용한 공법	41	0.33	0.28	1.289	1.24

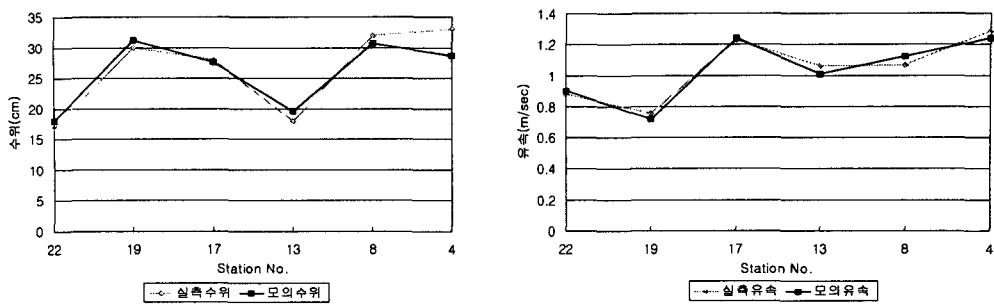


Fig. 2. The comparison of measured and simulated values of the water level and velocity.

3.2 조도계수 변화에 따른 유속과 소류력 결과

제방과 저수로에 대해서 설계 시공시 사용된 50년 빈도 설계 홍수량 $16 \text{ m}^3/\text{s}$ 를 유하시켜 설계시 사용한 조도계수 0.025의 값과 0.03, 0.035, 0.04로 변화시켜가며 각각의 경우에 대한 단면별 유속과 소류력의 변화를 모의함으로써 지점별 식생으로 인하여 증가된 조도계수가 수로 단면에서의 흐름에 미치는 영향을 분석하였다.

Table 2. The flow velocity and shear force according to the roughness coefficient

조도계수	Station No.	유속(m/sec)			소류력(N/m ⁴)		
		좌측호안	하도	우측호안	좌측호안	하도	우측호안
0.03	22	3.02	3.22	0.47	102.54	112.71	6.19
	19	1.36	2.10	1.26	20.54	39.34	18.18
	17	2.02	3.08	1.33	45.45	85.6	24.5
	13	1.38	2.52	1.33	23.32	57.35	21.45
	8	2.27	3.84	1.84	53.17	117.24	38.85
	4	1.34	2.13	1.44	21.06	42.24	23.47
0.035	22	2.8	3.49	0.43	86.94	95.85	5.29
	19	1.29	2.32	1.19	16.73	32.06	14.81
	17	1.77	3.15	1.17	43.58	82.22	23.34
	13	1.31	2.79	1.24	18.85	46.28	17.65
	8	2.00	3.95	1.62	50.72	111.68	36.94
	4	1.27	2.36	1.37	17.07	34.26	19.02
0.04	22	2.57	3.67	0.40	68.91	76.6	4.26
	19	1.24	2.54	1.14	13.19	25.27	11.67
	17	1.57	3.20	1.05	38.34	72.24	20.63
	13	1.22	2.96	1.27	15.06	36.92	14.26
	8	1.78	4.03	1.45	47.06	103.46	34.15
	4	1.22	2.59	1.31	13.43	26.95	14.96

하도내 유속은 Table 2에서 보는 것과 같이 최저 1.86 m/sec에서 최고 4.03 m/sec의 범위로 나타났으며 소류력은 최고 131 N/m²로 나타났다. 단면별 조도계수 값은 수로내 하도의 경우 모든 Station No.에 대하여 0.03의 고정값을 입력하였으며 각 공법별 단면에 따라 조도계수의 입력값을 다르게 하여 유속과 소류력의 변화를 모의하여 나타난 결과 값이다. 유속과 소류력에 있어서 각 Station No.의 조도계수가 증가할수록 소류력과 유속은 감소하는 것을 볼 수 있다. 각 측점 별로 유속변화는 크지 않았으나 소류력은 2배로 증가하는 것을 볼 수 있으며, 특히 하도 내 세굴에 의한 위험도가 높을 것으로 사료된다.

3.2 공법별 수리특성

공법별 설계 홍수량을 모형에 적용하여 조도계수의 변화에 따른 유속과 소류력에 대하여 분석한 결과, 하도내 유속과 소류력을 제외한 사면부의 최대값은 Chow에 의해 제시된 “식생으로 라이닝된 수로에서 세굴 용이성 토양이며 폴흔합 일 경우”의 허용유속 2.5~3 m/sec 범위 내에 있으며, 사면부에 적용된 공법에 대하여 식생에 의한 유속 감소와 소류력 감소가 안정성에 기여하는 것으로 분석되었다.

Table 3. Shear force and flow velocity of the respective methods

호 안 공 법	주 요 식 생	조도계수(n)	사면부 최대유속(m/s)	사면부최대소류력(N/m ⁴)
자연석을 이용한 공법 (매트스톤: Station No.8)	맥문동, 갈대 달뿌리, 수크령 등	0.025	2.61	54.74
		0.03	2.27	53.17
		0.035	2.0	50.72
		0.04	1.78	47.06
식생콘크리트를 이용한 공법 (Station No. 4)	개나리, 갈대 쑥부쟁이, 깃벼들 큰김의털, 부들 등	0.025	1.43	37.21
		0.03	1.34	23.47
		0.035	1.27	19.02
		0.04	1.22	14.96
곤충서식블록을 이용한 공법(Station No. 13)	별개미취, 부처꽃 달뿌리, 억새	0.025	1.49	28.11
		0.03	1.38	23.32
		0.035	1.31	18.85
		0.04	1.22	15.06
나무말뚝과 셋단을 이용 한 공법(Station No. 17)	갈대, 달뿌리풀, 부들, 삿갓사초, 깃벼들, 금불초	0.025	2.89	46.67
		0.03	2.02	45.45
		0.035	1.77	43.58
		0.04	1.57	38.34

IV. 결 론

배수로의 설계홍수량에 따른 제내지의 범람해석을 위해서 본 연구를 다음과 같이 구성하였다. 1) 대상수로의 수로단면을 통해 HEC-RAS 모형의 입력값을 확보하고, 2) 설계홍수량 16 m³/s 을 통해서 홍수범람을 모의하고, 3) 조도계수는 바닥부분과 사면부 식생 피복을 고려하여 0.03~0.04의 값을 점차적으로 변화시켜 HEC-RAS 모형을 모의하여 공법별 안정성을 분석하였다. 연구를 통해 추정된 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 실측을 통해 계산된 유량을 모형에 적용, 비교한 결과 공법이 적용된 구간에 있어 유속과 수위는 상대오차 5%이내에 있으며, 모형에 입력한 사면부 조도계수 0.04와 하도부 0.03의 값이 대상지역에 대하여 모형의 적용성이 있는 것으로 판단된다.
2. 사면 부분은 식생의 영향에 의해 비교적 적은 유속과 소류력을 나타내었고 셋단과 나무말뚝 공법으로 시공된 Station No.17 하도 부분의 소류력이 80 N/m² 이상으로 다른 구간에 비하여 높게 나타났으며 기단부에 시공된 나무말뚝의 깊은 시공이 필요한 것으로 사료된다.
3. 공법에 따른 조도계수, 유속, 소류력을 비교 분석하였으며 조도계수의 증가에 따라 유속과 소류력은 감소하였고 각 공법별 사면의 최대유속은 Chow에 의해 제시된 식생라이닝 수로의 허용유속 2.5~3 m/sec 이하의 유속 범위에 있는 것으로 모의되어, 유속에 의한 세굴에 있어서 안정한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 농어촌진흥공사, 1998, 송삼지구 경지정리사업 기본조사 계획서
2. 농어촌진흥공사, 1996, 농어촌지역 소하천 환경정비 사례 및 기술 자료집
3. 이삼희, 2000, 하천식생의 수리특성에 관한 연구, 한국수자원학회 제33권 제1호
4. 행정자치부, 2000, 자연형 하천 공법의 재해특성분석에 관한 연구(II)