



농업용수로 구조적 형상 변화에 따른 퇴적 특성 연구

Research on the Sediment Characteristics in Change Structural Shape of Agricultural Irrigation

박정구* · 김명환*[†] · 송창섭*

Park, Jung Koo · Kim, Myeong Hwan · Song, Chang Seob

Abstract

The objective of this study was to evaluate the performance of selected sediment reduction methods to reduce sediment discharges from drain and irrigation of different types (concrete canals, soil canals). This study was carried out to analysis for the suspended sediment concentration and sediment of drain and irrigation by velocity of flow. The results of study were analysed and summerized as follow. Sedimentation characteristics and size of soil sediment from the concrete and soil canals of downstream smaller than upstream. Suspended sediment concentration and flow times from the suggestion canals bigger than open canal. Structural shape of the canal decreases the velocity of flow also affects the suspended sediment concentration and flow times.

Keywords: Concrete canal; Soil canal; Sediment; Suspended load

1. 서 론

우리나라의 국토면적은 약 9,989,741 ha로 2/3 이상이 임야 등으로 구성되어 있으며, 경작이 가능한 농경지는 국토의 17.4 % 정도인 1,736,798 ha이며, 이 중에서 논이 10.1 %로 1,010,287 ha, 밭이 7.3 %인 726,511 ha로 구성되어 있다. 특히, 답 면적의 79.8 %는 수리답으로 808,475 ha가 각종 수리시설의 혜택을 받고 있는 실정이다. 용·배수로의 연장은 약 98,638 km이고, 용수로가 63,333 km, 배수로가 35,295 km로, 2011년의 경우, 용·배수로 준설작업은 7,288 km에 약 3,290,483 m³, 배수장 유수지 준설은 29개소에 21,000 m³ 준설되고 있으며, 준설비용은 약 56억 정도 소요되고 있으며, 매년 준설단가가 증가하는 실정이다(KRC, 2013).

우리나라에서의 토양침식에 대한 연구 조사는 수식에 의한 침식작용에 중점을 두어 수행하고 있다. 수식은 강우의 유출에 의하여 세류 혹은 걸리유실과 같은 침식현상으로 빠르게 발달한다. 수식에 의하여 발생하는 토양의 유실은 토지 1 ha에서 매주 1 m³가 발생할 경우 30년 동안 15 cm 두께의 흙이 유실되는 것으로 계산되고 농토를 황폐화 시키는 원인이 되며, 이로 인하여 용·배수로에 심각하게 토사가 퇴적된다.

퇴적된 토사는 이러한 농경지의 황폐화뿐만 아니라 수질 오염 문제를 발생시키고 수생 생태계를 파괴하는 토사유출 문제는 시급히 해결되어야 할 중요한 국정과제로 부상하였다. 용수로에 유입되거나 퇴적되는 토사의 경우, 상류 측이나 외부유입에 의한 퇴적토사는 비교적 신선하고 오염이 되지 않은 자연토가 대부분이며 이를 제거하거나 재활용하는 경우에는 크게 어려움이 없는 실정이다. 그러나 하류 측이나 배수로 또는 오염물질을 함유한 퇴적토의 경우는 폐기물로 처리되어야 한다. 하천에 있어서 토사이송 능력은 유량과 유사농도 사이에 단일 직선관계가 성립하지 않고 분산을 보이는 것이 보통이나 댐이 건설되면 저수지로 유입되는 유사이송능력은 크게 감소되며, 유수의 토사이송능력과 유사농도사이에는 거의 직선관계가 성립하게 된다(Rooseboom, 1975).

저수지내 퇴사의 공간적인 분포 특성을 위해 2차원 수치해석 모형인 SMS-SED2D 모형을 이용하였는데 저수지내 토사 퇴적은 주사도와 웅덩이, 저류와의 합류점, 댐 인근에서 주로 이루어지고 여수로의 퇴적은 상대적으로 빨라 거의 퇴적되지 않는 것으로 분석하였다(Saenyi, 2004).

경사에 따른 토석류 수리시험결과에서 배수로의 토석류의 흐름 거동과 퇴적의 시간적 변화 특성이 접근수로 및 배수로의 바닥경사와 유사체적농도 특성에 지배되며, 시간경과에 따라 수로방향으로 퇴적량이 크게 증가하며, 토석류의 농도가 클수록 하류부 수로의 경사가 작을수록 빨리 시작되므로 다양한 입도분포의 재료와 배수구조물의 기하학적 형상의 변경이 필요하다고 하였다(Kim et al. 2011).

개수로 한쪽 측벽에 설치한 세로돌출물에는 물의 흐름저

* Dept. of Agricultural and Rural Engineering, Chungbuk National University

† Corresponding author

Tel.: +81-43-261-2572 Fax: +81-43-271-5922

E-mail: mhkim3306@cbnu.ac.kr

Received: October 6, 2015

Revised: October 20, 2015

Accepted: October 26, 2015

항에 미치는 수리실험 결과에서는 흐름저항이 증가하였으며, 흐름저항은 대부분 형상저항에 의한 것으로 많은 영향을 미치고 있음을 연구하였다(Park et al., 2013).

퇴적토사에 대한 연구는 현재까지 용·배수로의 퇴적비율 및 부유사의 관계를 규명하는 것 보다는 전체 유역으로부터 저수지로 유입되는 토사의 퇴적량을 산정하는 연구가 대부분이었다. 따라서, 본 연구에서는 저수지로부터 유출되는 토사가 용·배수로로 유입되어 퇴적되는 특성을 파악하고, 수로의 구조적 형상 변화로 인위적인 토사퇴적을 유도하여 하류로 이동하는 토사를 저감시킬 수 있는 수로의 구조적 형상을 제안하고 그 효과를 파악하였다.

II. 시료 및 시험방법

1. 시료

본 시험에 사용된 시료는 충북 청주시 청원구 A저수지 인근의 토사로 저수지로 유입되어 용·배수로에 퇴적되는 시료를 대상으로 선정하였으며, 물리·역학적 특성은 Table 1과 같다. 시험에 사용된 시료는 통일분류상 SW-SM으로 분류되었으며, 0.074 mm체 통과량은 10.5 %이며 건조단위중량은 1.89 t/m³인 것으로 나타났다.

본 시험에 사용된 시료는 시험 대상의 주변지역에서 저수지로 유입되어 용수로에 퇴적되는 시료로 주변에서 구득이 용이하여 시험대상 시료로 선정하였다. Park et al. (2013)은 전국 용·배수로에 퇴적된 토사를 조사하여 산지, 평지, 간척지 농경지의 퇴적토사 입도를 조사하였다. 본 시험에 사용된 시료를 Park et al. (2013)이 연구한 결과와 비교하여 Fig. 1과 같

이 도시하였다. 기존 연구에서 제시된 입도분포곡선과 비교하여 시험에 사용된 시료는 산지 농경지 퇴적토사와 유사한 것으로 나타났다.

2. 시험수로

용·배수로의 퇴적토사 특성을 파악하기 위한 현장시험 위치는 충북 청주시 청원구에 위치하고 있는 저수지 제체 하류의 여수토 침사지 부근으로 선정하여 충분한 용수의 공급이 가능하도록 선정하였다. 농업용수로 퇴적특성 연구를 위해 현장에서 제작된 시험용수로는 “농업생산정비사업계획설계기준” (2012)에 제시된 설계기준에 부합되도록 제작하였다. 현장부지의 용수로의 종류는 지선수로를 기준으로 단면의 크기와 기울기를 적용하였다. 현장에서 제작된 지선수로의 단면규격은 가로×세로×높이 60 cm×60 cm×60 cm으로 과 동일하게 제작하였으며, 수로의 기울기는 산지에서 유입되는 시료의 입경을 자갈 (1/250)과 중점토 (1/150)입을 감안하여 1/200로 하였다.

수로의 구조형상은 직선형 수로와 퇴적토사의 저감을 위한 수로의 구조적 형상을 다르게 2가지로 제안하여 총길이 각각 20 m씩 현장에서 제작하였다. 기존 연구결과에서도 수로 단면의 형상을 변화하여 물의 흐름에 큰 영향을 미치고 있다는 연구결과에서처럼 수로의 일정구간에 구조적 형상을 변화하여 토사퇴적을 유도할 수 있을 것으로 사료되어 침사지와 보를 설치하는 방법을 제안하였다.

퇴적토사 저감을 위한 콘크리트 수로의 구조적 형상을 2가지로 제안하여 Fig. 2에 평면도와 단면도를 나타낸 것이다. 콘크리트 제안수로 1안은 기존 콘크리트 수로의 구조형상에서

Table 1 Physical and mechanical properties of sample

Sample	Atterberg Limits (%)		Percentage of sieve passing (%)			γ_d (t/m ³)	G _s	OMC (%)	USCS
	LL	PI	4.76 mm	2.0 mm	0.074 mm				
	N,P	N,P	95,6	73,8	10,5	1,89	2,65	14,1	SW-SM

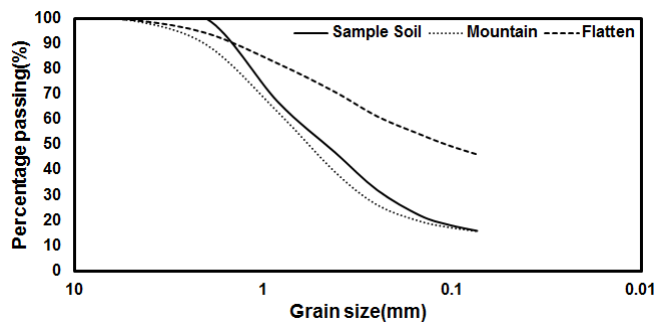


Fig. 1 The grain-size distribution curve of sample soil

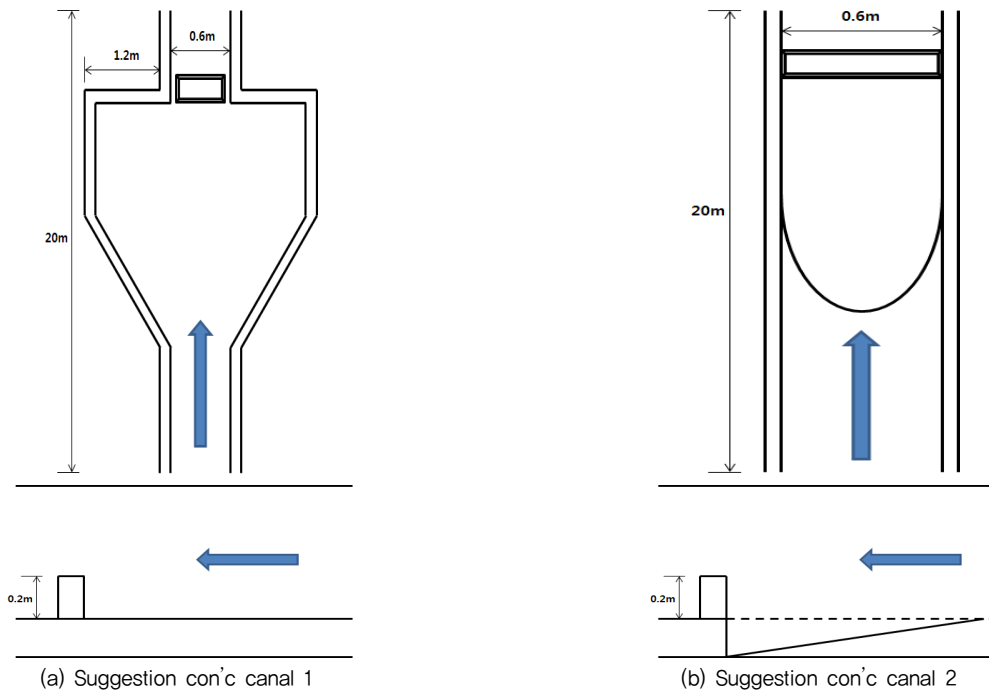


Fig. 2 Sectional of suggestion concrete canals

수로 유출부 끝단 3 m 지점에서 일면 폭 120 cm의 사다리꼴 형태로 단면형상을 확장하여 침사지를 설치하고 침사지와 직선형 유출부에는 20 cm 높이의 보를 설치하였다. 콘크리트 제안수로 2안은 기존 콘크리트 수로의 구조형상과 동일한 직선형이지만, 유출부 끝부분 3 m 지점에서 기존 수로 바닥면보다 5 cm 낮은 침사지와 20 cm 높이의 보를 설치하여 제안하였다.

퇴적토사 저감을 위한 흙 수로의 구조적 형상을 2가지로 제안하여 Fig. 3과 같이 평면도와 단면도를 나타낸 것이다.

흙 수로는 시험시 물의 접촉으로 인한 사면의 침식을 예방하기 위하여 소일 시멘트를 이용하여 조성하였다. 모든 흙 수로의 길이는 20 m로 콘크리트 수로와 동일하게 제작하였으며, 바닥면의 폭은 60 cm로 하였다. 제안 흙 수로 1의 경우는 기존 직선형 흙 수로와 규격은 동일하지만 바닥면에 투수성 토양과 자갈을 포설하여 처리하였다. 제안 흙 수로 2는 수로 바닥면의 폭을 기존 흙 수로의 1/2로 좁게 만들어 30 cm로 윤변을 축소하였으며, 10 m 지점에서 수로의 한쪽면을 넓게 확장하여 침사지를 설치한 후 배수되도록 제안하였다.

3. 시험방법

가. 현장시험 측정방법

현장 시험시 각 수로별로 토사의 퇴적높이, 유속, 부유사 유출부 도달시간, 부유사 농도를 측정하였다. Fig. 4는 각 수로별 측정 항목의 위치를 나타낸 것이다. 용수가 유입되는 저

류조에서 물의 흐름이 안정화되는 3.0 m 지점에서 시료 투하 지점으로 결정하였으며, 시료 투하지점에서 각 구간은 1 m 간격으로 총 5개 구간으로 구분하였다. 예비시험에서 5구간이하에서는 퇴적토사의 분포변화와 유속의 변화가 가장 적은 것으로 나타났다.

나. 현장시험 절차

Photo 1은 시료투하 사진으로 #10 (2.0 mm)의 메쉬로 제작된 60 cm×60 cm의 체에 시료 100 kg을 넣은 후 물을 분사하여 체를 통과한 시료를 수로에 투하하였다. 일반적인 방법은 아니지만 대량의 습윤상태 시료를 공칭치수 2.0 mm 체로 체가름하는 것이 어려워 본 시험에서는 수세법과 동일한 방법을 이용하는 시료를 투하하였다.

Photo 2는 부유사 측정사진으로 시료투하와 동시에 부유사가 수로의 말단에 설치된 수문까지 도달하는 시간을 측정하고, 수문에 도달하는 시간을 기준으로 부유사 도달시간을 벗어나지 않는 범위에서 평균시간을 측정하여 추가 채수시간 간격을 2분으로 선정하여 채수하였다.

Photo 3은 유속측정사진으로 부유사와 퇴적토사의 움직임이 완전히 멈추면 1 m씩 구간을 나누어 유속을 측정하였다. 이때, 한 구간에서 유속을 15회 측정하여 평균값을 사용하였다.

Photo 4는 퇴적높이를 측정하는 사진으로 유속 측정이 끝난 뒤 밸브를 잠그고 물의 흐름이 완전히 멈춘 후 시료 투하지

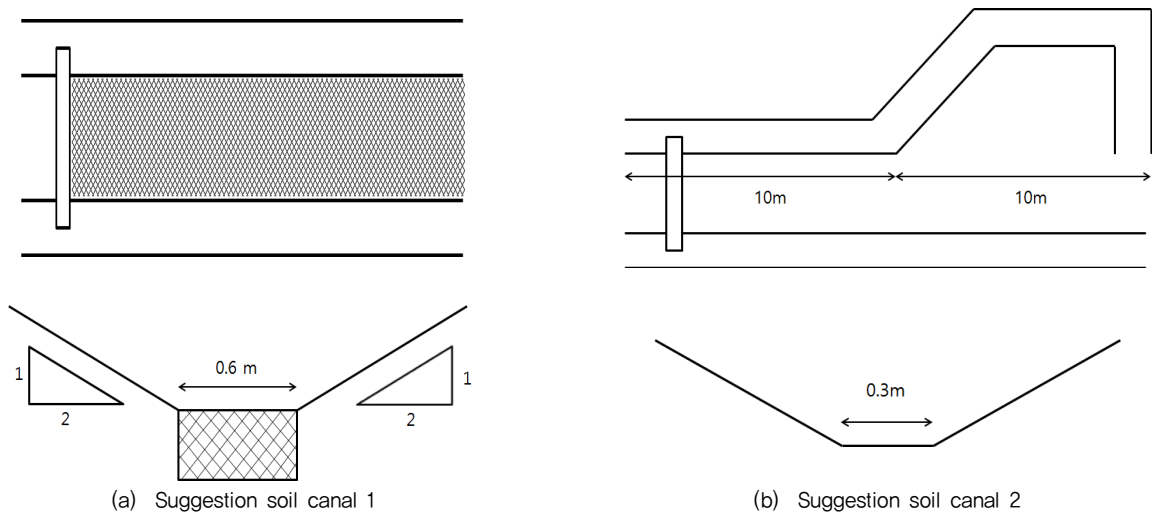


Fig. 3 Sectional of suggestion soil canals

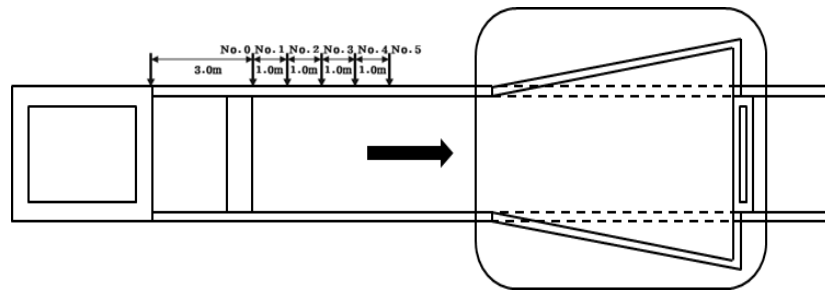


Fig. 4 Setting measurement point of canals



Photo 1 Drop of sample soil



Photo 2 Sampling of suspended sediment concentration



Photo 3 Measurement of flow velocity



Photo 4 Measurement of sediment height



Photo 5 Sampling of soil sediment

점부터 0.2 m씩 구간을 나누어 철자로 퇴적된 토사의 높이를 측정하였다. 이때, 철자로 측정되지 않는 미세하게 쌓인 입자들은 육안으로 퇴적되었음을 파악한 후 세립토의 퇴적거리를 측정하였다.

Photo 5는 퇴적된 토사를 채취하는 사진으로 시험을 종료한 후 수로의 물이 빠져 퇴적된 토사의 채취가 가능해지면 1 m씩 구간을 나누어 각각 구간마다 시료를 채취하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 콘크리트 수로

가. 퇴적토사 분포비율

Fig. 5는 콘크리트 수로의 종류에 따른 퇴적토사 분포를 구간별로 측정하여 퇴적분포 비율로 환산하여 나타낸 것이다. 직선형 콘크리트 수로와 제안 콘크리트 수로 1과 제안 콘크리

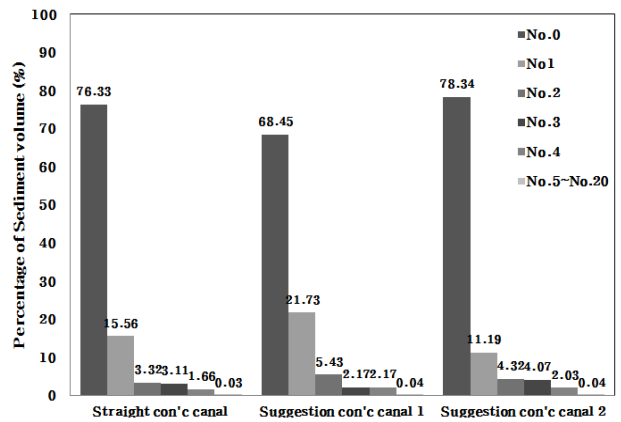


Fig. 5 Distribution ratio of soil sediment in concrete canals

트 수로 2의 퇴적양상은 시료의 투하지점 No. 0 지점에서 최대를 보이는 유사한 경향을 보였으며, 측정지점 No. 3 이하에서는 퇴적이 거의 없는 것으로 나타났다. 콘크리트 수로별 측

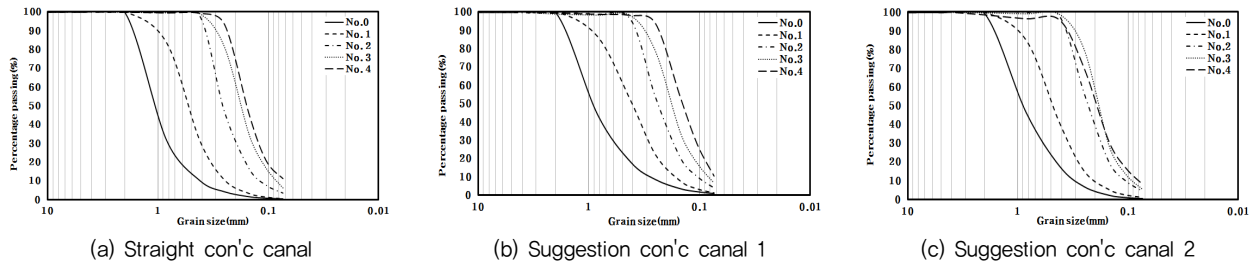


Fig. 6 Grain-size distribution curve of concrete canals

정지점 No. 1 (2 m) 이하에서는 퇴적비율 변화가 직선형 콘크리트수로는 7.9 %, 제안 콘크리트 수로 1은 9.8 %, 제안 콘크리트 수로 2는 10.5 %로 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

나. 입도분포

Fig. 6은 콘크리트 수로의 구간별로 채취한 시료의 입도분포곡선을 나타낸 것이다. 콘크리트 수로의 종류에 따른 입도분포곡선은 하류측으로 갈수록 입경의 크기가 감소하고 있는 것으로 나타났으며, 하류측에서의 입도차이도 크지 않은 것으로 나타났다. 직선형 콘크리트 수로와 제안 콘크리트 수로 1은 측정지점 No. 2~No. 4 입도의 차이를 보이고 있지만, 제안 콘크리트 수로 2에서는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 지면의 내용에는 없지만 입도양호를 파악한 결과 균등계수 (C_u)를 기준으로 $4 < C_u < 6$ 의 범위에서 4이하의 값으로 입경이 균등하게 분포하는 것으로 나타났으며, 곡률계수 (C_g)를 기준으로 $1 < C_g < 3$ 의 범위를 만족하는 것으로 나타나 전체적으로는 입도가 양호하지 않은 상태임을 알 수 있었다. 이는 하류측 토립자의 입경별로 유속에 의한 이송거리가 짧아져 세립의 퇴적토사 입경이 유사하게 나타난 것으로 사료된다.

다. 부유사

콘크리트 수로에 시료를 투하하면서 발생하는 부유사의 농도의 변화를 측정하여 Fig. 7과 같으며, 부유사의 수로별 유출부 도달시간을 측정하여 Table 2와 같이 나타났다. 부유사 채수 시간간격은 유출부 최초 도달시간을 고려하여 2분 간격으로 채수하여 부유사 농도를 계산하였다. 콘크리트 수로에서 부유사 유출부 도달시간은 수로별로 109초, 118초, 112초로 직선형 콘크리트 수로와 제안 콘크리트 수로에서 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 콘크리트 수로의 종류에 따른 부유사 최대 농도변화는 직선형 콘크리트 수로는 229초 후 4.4배, 제안 콘크리트 수로 1은 238초 후 4.1배, 제안 콘크리트 수로 2는 232초 후 12.7배 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 직선형 콘크리트 수로보다 제안 콘크리트 수로 2의 농도

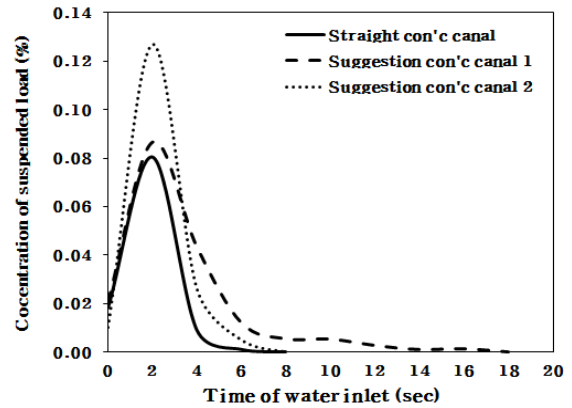


Fig. 7 Suspended load concentration of concrete canals by change over time

Table 2 Flow time of suspended sediment concentration in concrete canals

Straight con'c canal	Suggestion con'c canal 1	Suggestion con'c canal 2
1m 49s	1m 58s	1m 52s

가 50% 이상 큰 것으로 나타났다. 이는 수로의 구조적형상 변화가 물의 흐름에 영향을 주어 부유사 체류시간이 길어지면서 나타난 것으로 사료된다. 콘크리트 수로의 종류에 따른 부유사의 최종 유출시간은 직선형 콘크리트 수로는 350초, 제안 콘크리트 수로 1과 제안 콘크리트 수로 2는 480초 이후 큰 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다.

라. 유속

Fig. 8은 콘크리트 수로의 종류에 따른 측정지점별 유속의 변화를 나타낸 것이다. 직선형 콘크리트 수로는 하류측에서 수렴하는 것으로 나타났지만, 제안 콘크리트 수로는 감소하는 것으로 나타났다. 최초 지점의 유속에 비해 직선형 콘크리트 수로는 34.2% 증가 후 일정한 것으로 나타났지만, 제안 콘크리트 수로 1은 2.3%, 제안 콘크리트 수로 2는 12.1% 감소하는 것으로 나타났다.

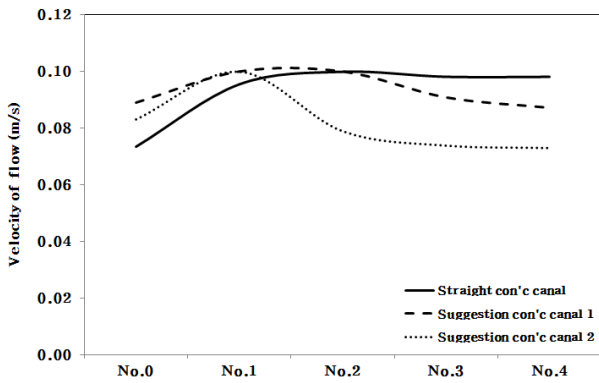


Fig. 8 Velocity of flow by measuring point of concrete canals

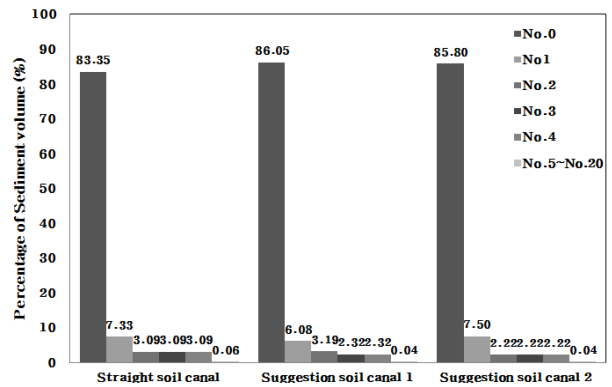
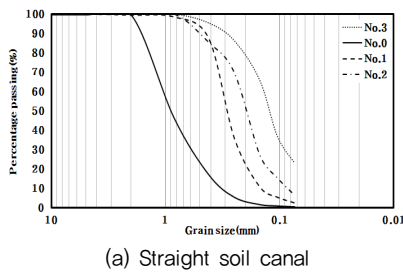
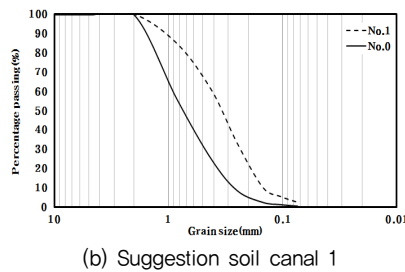


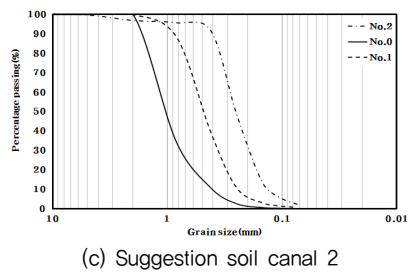
Fig. 9 Distribution ratio of soil sediment in soil canals



(a) Straight soil canal



(b) Suggestion soil canal 1



(c) Suggestion soil canal 2

Fig. 10 Grain-size distribution curve of soil canals

각 수로별 유속의 변화는 큰 입경을 토립자의 이송거리에 따른 수로별 퇴적비율에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 하지만, 부유사 체류시간 및 농도의 변화는 직선형 콘크리트 수로보다는 구조적형상이 변화된 제안 콘크리트 수로에서 체류시간과 농도는 증가하였고, 특히 제안 콘크리트 수로 2는 하류측 입도에서 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 이는 수로의 구조적형상 변화가 유속 감소와 부유사 체류시간을 증가시켜 침사지에 퇴적을 유도할 수 있을 것으로 사료된다.

2. 흙 수로

가. 퇴적토사 분포비율

Fig. 9는 흙 수로의 종류에 따른 퇴적토사 분포를 구간별로 측정하여 퇴적분포 비율로 환산하여 나타낸 것이다. 직선형 흙 수로와 제안 흙 수로 1과 제안 흙 수로 2의 퇴적양상은 시료의 투하지점 No. 0 지점에서 최대를 보이는 유사한 경향을 보였으며, 측정지점 No. 2 이하에서는 퇴적비율이 미미한 것으로 나타났다. 흙 수로별 측정지점 No. 1 (2m) 이하에서는 퇴적비율 변화가 직선형 흙 수로는 9.3%, 제안 흙 수로 1은 7.9%, 콘크리트 제안 흙 수로 2는 6.7%로 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

나. 입도분포

Fig. 10은 흙 수로의 구간별로 채취한 시료의 입도분포곡선을 나타낸 것이다. 흙 수로의 종류에 따른 입도분포곡선은 하류측으로 갈수록 입경의 크기가 감소하고 있는 것으로 나타났다. 콘크리트 수로는 바닥면에서 시료를 채취하는 것이 양호한 반면 흙 수로에서는 반복시험에 의한 원바닥면과 팽창으로 퇴적된 토사 채취에 어려움이 있어 채취 가능한 구간에서의 입도분포곡선만을 측정하여 나타내었다. 지면의 내용에는 없지만 입도양호를 파악한 결과, 균등계수 (C_u)의 범위보다 작은 값을 보였으며 곡률계수 (C_g)의 기준은 만족하는 것으로 나타나 전체적으로는 입도가 양호하지 않은 상태임을 알 수 있었다. 흙 수로도 유속에 의한 토립자 이송거리가 짧아졌기 때문인 것으로 사료된다.

다. 부유사

흙 수로에 시료를 투하하면서 발생하는 부유사의 농도의 변화를 측정하여 Fig. 11과 같으며, 부유사의 수로별 유출부 도달시간을 측정하여 Table 3과 같이 나타났다. 부유사 채수 시간간격은 콘크리트 수로의 부유사 도달시간을 고려하여 부유사 농도값의 변화를 최소화하기 위하여 동일하게 2분 간격으로 채수하여 부유사 농도 변화를 관찰하였다. 흙 수로에서 부유사 유출부 도달시간은 수로별로 156초, 219초, 211초로

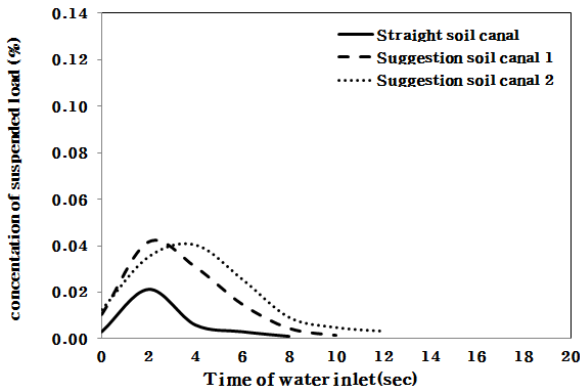


Fig. 11 Suspended load concentration of soil canals by change over time

Table 3 Flow time of suspended sediment concentration in soil canals

Straight soil canal	Suggestion soil canal 1	Suggestion soil canal 2
2m 36s	3m 39s	3m 31s

직선형 수로보다는 제안 흙 수로에서 크게 증가하는 것으로 나타났다. 흙 수로의 종류에 따른 부유사 최대 농도변화는 직선형 흙 수로는 339초 후 7.0배, 제안 흙 수로 1은 339초 후 4.2배, 제안 흙 수로 3번은 451초 후 3.2배 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 직선형 흙 수로보다 제안 흙 수로 1과 2의 농도가 50% 이상 큰 것으로 나타났다. 이는 수로의 구조적형상 변화가 물의 흐름에 영향을 주어 부유사 체류시간이 길어지면서 나타난 것으로 사료된다. 흙 수로의 종류에 따른 부유사의 최종 유출시간은 직선형 흙 수로는 480초, 제안 흙 수로 1은 600초, 제안 흙 수로 2는 720초 이후 큰 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다.

라. 유속

Fig. 12는 흙 수로의 종류에 따른 측정지점별 유속의 변화를 나타낸 것이다. 직선형 흙 수로와 제안 흙 수로에서 하류측으로 갈수록 유속이 감소하는 것으로 나타났다. 최초 지점의 유속에 비해 직선형 흙 수로는 31%, 제안 흙 수로 1은 66.3%, 제안 흙 수로 2는 88.0% 감소하는 것으로 나타났다.

각 수로별 유속의 변화는 큰 입경을 토립자의 이송거리에 따른 수로별 퇴적비율에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 하지만, 부유사 체류시간 및 농도의 변화는 직선형 흙 수로보다는 구조적형상이 변화된 제안 흙 수로에서 체류시간과 농도는 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 입도분포의 경우 시료 채취의 제한으로 수로별 큰 특징을 파악할 수 없었다. 흙 수로의 경우 콘크리트 수로보다 큰 조도계수와 제안된 흙 수로

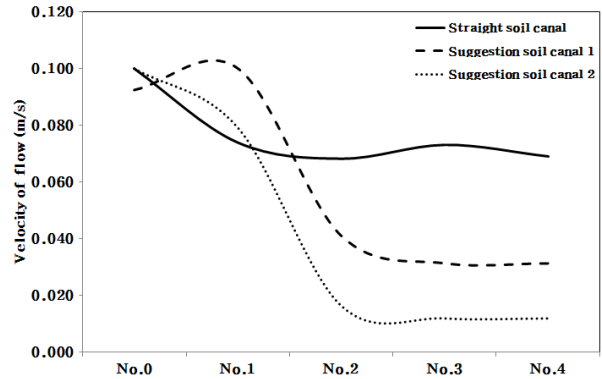


Fig. 12 Velocity of flow by measuring point of soil canals

의 바닥면 조도계수와 구조적형상 변화가 전체적인 유속을 감소시키는 원인으로 작용한 것으로 사료되며, 오랜 시간의 변화를 고려한다면 유속 감소와 부유사 체류시간을 증가시켜 부유사 퇴적에 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다.

IV. 결 론

1. 콘크리트 수로와 흙 수로의 수로별 토사의 퇴적 분포비율은 측정지점 No. 0에서 퇴적비율이 가장 높게 나타났으며, 하류측으로 갈수록 감소하는 유사한 경향을 보였다.
2. 콘크리트 수로의 측정지점별 입도분포곡선은 하류측으로 갈수록 입경의 크기가 감소하는 것으로 나타났으며, 제안 콘크리트 수로 2의 경우 측정지점 No. 2 ~ No. 4에서 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 흙 수로의 경우 측정지점별 시료 채취가 어려워 큰 특징을 파악할 수 없었다. 전체 수로의 측정지점별로 입도분포는 균등하였으며, 입경의 크기는 감소하는 것으로 나타났다. 이는 유속에 의한 토립자 이송거리가 짧아졌기 때문인 것으로 사료된다.
3. 부유사의 유출부 도달시간은 콘크리트 수로에서는 수로의 종류에 따른 큰 차이를 보이지 않고 있지만, 흙 수로에서는 제안 수로에서 도달시간이 증가하는 것으로 나타났다. 부유사 농도의 변화는 직선형 수로보다는 모든 제안 수로에서 최초 부유사 농도에 비해 50% 이상 증가하는 것으로 나타났다. 최종 부유사 농도의 변화시간도 증가하는 것으로 나타났다.
4. 콘크리트 수로의 유속변화는 직선형 수로에서는 최초 유속보다 증가 후 하류측에서 수렴하였으며, 제안 콘크리트 수로는 감소하는 것으로 나타났다. 흙 수로의 유속변화는 직선형 흙 수로와 제안 흙 수로에서 하류측으로 갈수록 유속이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 재료의 조도계수와 구

조적형상의 변화가 원인인 것으로 사료된다.

5. 토립자의 입경이 큰 경우 수로별 퇴적양상은 분포비율과 같이 큰 차이를 보이지 않고 있으며, 부유사 체류시간 및 농도의 변화는 직선형 수로보다는 구조적형상이 변화된 제안 수로에서 체류시간과 농도는 증가하는 것으로 나타났다. 이는 제안 콘크리트 수로와 흙 수로의 구조적형상 변화와 시간 종속적 특성을 고려한다면 유속 감소와 부유사 체류시간을 증가시켜 침사지에 퇴적을 유도할 수 있을 것으로 사료된다. 추후 수로의 구조적형상 변화의 다양성과 반복적인 배치를 고려한 시험 진행을 통하여 퇴적토사에 대한 특성 연구의 진행이 필요할 것으로 사료된다.

사 사

본 논문은 농림수산식품기술기획평가원 공동연구사업(과제번호 : 2014031350)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

1. Kim, K. C., 2012. Revision of Agricultural Drainage Design Standards -Drain-, Korea Rural Community Corporation.
2. Kim, Y. I. and J. C. Paik, 2011. Experimental investigation of depositional patterns of debris flow. *Jouran of The Korean Society of Civil Engineers* 31(5A): 38-42 (in Korean).
3. Park, J. K., S. Y. Lim, and C. S. Song, 2013. Analysis Characteristics of Physical-Chemical and Study on the Recycling of Sediment in Rural Canal. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 56(4): 77-82 (in Korean).
4. Park, S. D., M. G. Ji, A. R. Nam, T. Y. Woo, and S. S. Shin, 2013. Flow Resistance of Vertical Rib Sidewall in Open Channel. *J. KOREA WATER RESOURCES ASSOCIATION* 46(9): 947-956.
5. Report of the Amount of Dredging for the Canal, 2013. Korea Rural Community Corporation.
6. Rooseboom, A., 1975. Sediment Deposition in Reservoirs. Technical Report, n. 63, Department of Water Affairs, South Africa.
7. Saenyi, W. W., 2004. Temporal and Spatial Sediment Modeling in Masinga Reservoir. *BODENKUL* 54(4): 207~213.