

홍수기 농경지 내수침수 피해 분석

김다예*, 이승욱**, 맹승진*, 홍은비*, 김민수*, 박형근***

*충북대학교 지역건설공학과

**충북연구원

***충북대학교 토목공학과

e-mail:kdy8462@naver.com

Analysis of flood damage in agricultural inland during flood season

Da-ye Kim*, Seung-Wook Lee**, Seung-Jin Maeng*, Eun-Bi Hong*,
Min-Soo Kim*, Hyoung-Keun Park*

*Dept. of Agriculture and Rural Engineering, Chung-Buk National University

**Chung-Buk Research Institute

***Dept. of Civil Engineering, Chung-Buk National University

요 약

2017년 7월 16일에 발생한 집중호우로 인하여 오송 제2생명과학단지 남쪽 정중3리, 봉산3리 및 서평2리에 농경지 및 주택의 침수 피해가 발생하였다. 홍수피해 지역의 분석을 위해 피해 지역을 3개 구역으로 나누었으며, 한국농어촌공사에서 개발한 Gate2012 침수모의 프로그램을 이용하여 연구 대상지 내 발생유량의 유입을 반영하지 않은 경우와 반영한 경우로 구분하여 모의하였다. 발생유량의 유입을 반영하지 않은 경우는 양배수장 미가동시와 정상 가동시로 구분하였고, 반영한 경우는 발생유량을 변화시켜 총 9가지 Case로 구분하여 침수분석을 실시하였다. 본 연구를 통해 연구 대상지의 침수형태를 분석하고 양배수장의 침수방어 역할을 판단하여, 추후 홍수시 농경지 침수피해 분석의 신뢰성을 향상 시키고 이를 통한 침수 방지 계획을 수립하는데 기여하고자 한다.

1. 서론

2017년 7월 16일에 청주·오송 지역에 일강수량 290.2mm의 집중호우가 발생하였다. 이에 따라 호우경보가 발령되었으며, 본 연구 지역의 발생유량에 따른 인근 농경지 및 주택의 침수가 발생하였고, 제방도로는 침수·유실 등에 따른 교통통제를 하였다. 또한, 현장내 PC BOX 토사 유입 및 우·오수, 상수 관로 등이 침수·유실 되었다.

발생된 현장피해는 유례없는 기상이변과 통제범위를 벗어난 악천후로 인하여 당 현장이 포함된 청주시 전역이 2017년 7월 27일에 특별재난구역으로 지정되었다.

2017년 7월 16일에 발생한 집중호우로 인하여 오송 제2생명과학단지 남쪽 정중3리, 봉산3리 및 서평2리에 농경지 및 주택의 침수 피해가 발생하였다. 홍수피해 지역의 분석을 위해 한국농어촌공사에서 개발한 Gate2012 침수모의 프로그램을 이용하여 침수분석을 실시하고자 한다.

2. 연구 대상지 및 연구 방법

2.1 연구 대상지

본 연구의 대상지는 2017년 7월 16일 충청북도 청주시 흥덕구 오송 제2생명과학단지 일원에 발생한 홍수 피해지로, 홍수 피해 분석을 위해 피해 지역을 3개의 구역으로 나누었으며, 각 구역의 위치 및 면적은 그림 1 및 표 1과 같다.



(a) 위성지도

(b) 수치지도

[그림 1] 홍수피해 구역 및 범위

[표 1] 홍수피해 구역별 면적

구분	구역 1	구역 2	구역 3
면적(m ²)	1,487,936	2,639,000	358,109

침수피해 분석을 위해 양배수장의 가동 유무가 반영 되었으며, 본 연구에서는 충북 청주시 흥덕구 오송읍 서평리에 위치한 서평양배수장으로 정하였다. 서평양배수장의 제원은 표 2와 같으며, 침수 분석을 위한 유출 체계는 그림 2와 같다.

[표 2] 서평양배수장 제원

구분	유역 면적 (ha)	구역 면적 (ha)	펌프 종류	펌프 대수	구경	최대 배수량 (m ³ /s)	양수량 (m ³ /s)
서평1 양배수장	2,052.5	55	수중사류 입측사류	1대 4대	300mm 1,200mm	12.2	0.16
서평2 양배수장	435	149	입측사류 수중펌프	6대 4대	600mm(2대), 1350mm(4대) 350mm(2대), 500mm(2대)	16.3	16.8

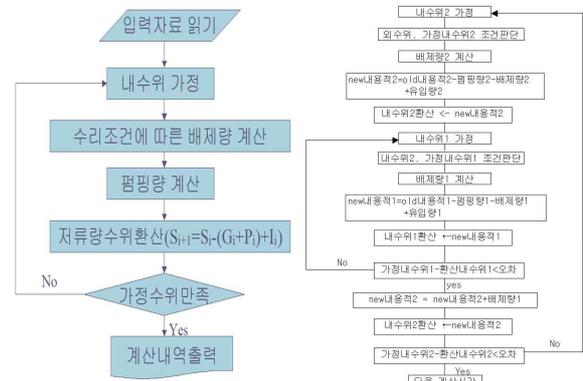


[그림 2] 유출 체계도

2.2 분석 모형 및 연구 방법

2.2.1 GATE 2012

본 프로그램은 배수개선사업 계획지구 내 기존시설물의 능력을 검토하거나 새로운 시설물의 규모를 결정할 경우 사용되며 지구내의 침수형태를 분석, 계획하고 이에 적합한 시설물(배수문, 배수갑문, 배수장)의 규모를 결정하는데 이용되며, 모형 흐름도는 그림 3과 같이 단일구역과 다중구역으로 나눌 수 있다.



[그림 3] 단일·다중 구역 해석 흐름도

2.2.2 침수피해 지역내 유입량 산정

침수피해 분석을 위한 조건을 ① 구역별 자체 유입량에 따른 서평양배수장이 실제 가동되었을 경우와 미가동시의 경우로 구분하였고, ② 서평양수장이 실제 가동되는 상태에서, 사업지내 발생유량이 구역 1과 구역 2로 유입되는 유량 조건을 9가지로 달리한 경우(Case)로 구분하였다. ① 조건의 2가지 경우와 ② 조건의 9가지 경우, 즉 총 11가지의 경우를 대상으로 침수분석을 수행하기 위해서는 최우선적으로 7월 16일 강수량에 의해 발생한 구역별 유출량을 산정하였다.

침수피해 분석을 위해 서평양배수장의 수해면적인 구역 1, 구역 2 및 구역 3에서 7월 16일 강수량에 의해 발생한 구역별 평균유출량(자체유입량)은 표 3과 같이 산정되었다. 연구대상지에서 구역 1로 유입되는 물량을 산정하기 위하여 폭 4m, 수심이 0.44m로 유입되는 유량의 유속을 달리하여 분석 Case를 구성하였다. 즉 유입되는 유량의 유속을 1.0m/s, 2.0m/s, 3.0m/s로 구분하여 분석하였으며, 구역 1에서 발생한 유입량이 구역 2로도 유입되기 때문에 구역 2로 유입되는 유량을 산정하였다. 구역 1에서 구역 2로 유입되는 유량은 폭 2.5m, 높이 2m인 2련 암거와 폭 1.8m, 높이 1.8m인 암거, 총 2개의 암거로부터 유입되었다. 유속은 0.5m/s, 1.0m/s, 1.5m/s로 구분하여 분석하였다. 상기 분석한 유입량 자료로 총 9가지의 Case로 구분하여 최종 유입량을 산정하고자 한다. 아래 표 2의 ② 구역 1, 자체유입량, ⑤ 구역 2, 자체유입량 및 ⑧ 구역 3, 자체유입량은 오송읍 사무소의 관측 강우자료를 이용한 구역별 유출량을 사용하였다.

[표 3] 분석조건별 구역의 최종 유입량 (단위 : m³/s)

Case	2017년 7월 16일 07:00~13:00							
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
	구역 1, 유입량	구역 1, 자체 유입량	구역 2, 유입량 2×5 압거	구역 2, 유입량 1.8× 1.8 압거	구역 2, 자체 유입량	구역 1, 최종 유입량 (①+②- ③-④)	구역 2, 최종 유입량 (③+④ +⑤)	구역 3, 자체 유입량
1 (1-1, 2-1)	1.76	55.1	5	1.62	97.6	50.24	104.22	13.2
2 (1-1, 2-2)	1.76	55.1	10	3.24	97.6	43.62	110.84	13.2
3 (1-1, 2-3)	1.76	55.1	15	4.86	97.6	37.00	117.46	13.2
4 (1-2, 2-1)	3.52	55.1	5	1.62	97.6	52.00	104.22	13.2
5 (1-2, 2-2)	3.52	55.1	10	3.24	97.6	45.38	110.84	13.2
6 (1-2, 2-3)	3.52	55.1	15	4.86	97.6	38.76	117.46	13.2
7 (1-3, 2-1)	5.28	55.1	5	1.62	97.6	53.76	104.22	13.2
8 (1-3, 2-2)	5.28	55.1	10	3.24	97.6	47.14	110.84	13.2
9 (1-3, 2-3)	5.28	55.1	15	4.86	97.6	40.52	117.46	13.2

* 제2호송과학단지내에서 구역 1로 유입되는 유량 Case1-1과 구역 1에서 구역 2로 유입되는 유량 Case2-1을 동시에 반영한 것

3. 결과 및 고찰

3.1 서평양배수장 실가동 및 미가동시

조건별 침수분석들 중에서 먼저 서평양배수장의 가동여부에 따른 침수분석을 실시하였다. 서평양배수장의 실제가동(이후 실가동이라 칭함)은 7월 16일 13:00 ~ 익일 01:00까지 배수량 12.0m³/s로 가동되었다. 배수량은 구역별 면적을 전체 면적으로 나눈 비율에 따라 구역 1은 3.98m³/s(33%), 구역 2는 7.06m³/s(59%), 구역 3은 0.96m³/s(8%)로 설정하였다.

표 4와 같이 구역 1은 양배수장이 미가동시 실가동일 경우보다 3cm가 더 침수되었으며, 구역 2는 1cm, 구역 3은 29cm가 더 침수된 것으로 분석되었다.

침수된 지속시간(hr)은 구역 1과 구역2에서 양배수장의 가동여부에 관계없이 각각 5시간, 17시간으로 분석되었으며, 구역 3은 미가동시 13시간이었으나 실가동시에는 침수되지 않는 것으로 분석되었다. 침수면적은 구역 1과 구역 2에서 미가동, 실가동이 각각 303,853m², 779,074m²로 동일하였으며, 구

역 3은 58,279m²의 면적이 감소한 것으로 분석되었다. 이는 양배수장의 실가동이 7월 16일 집중호우가 끝난 이후인 13시부터 가동되었기 때문에 양배수장 수해지역의 침수심을 저감시키는 역할을 제대로 하지 못한 것으로 판단된다. 그러나 구역 3에 대해서는 서평1 양배수장이 침수방어를 위한 제 역할을 한 것으로 판단된다.

[표 4] 서평양배수장 실가동 및 미가동시 침수 분석 결과

		침수 면적 (m ²)	침수지속 시간 (hr)	최고수 (EL.m)	최저수 (EL.m)	최저답 (EL.m)	평균 침수심 (m)
구역 1	미가동	303,853	5	25.40	24.02	24.30	0.21
	실가동	303,853	5	25.37	24.20	24.30	0.18
구역 2	미가동	779,074	17	23.02	21.70	21.80	0.42
	실가동	779,074	17	23.01	21.70	21.80	0.41
구역 3	미가동	58,279	13	22.13	21.70	21.80	0.29
	실가동	-	-	21.80	21.70	21.80	-

3.2 양배수장 실가동 상태시 저류지에서 발생된 유입량을 반영한 침수분석

저류지에서 발생된 유입량을 달리하여, 총 9가지 Case로 구분하였고 이들 각각을 대상으로 침수분석을 하였으며, Case 1~Case 9 까지를 모의한 결과, Case 1, Case 4, Case 7과 Case 2, Case 5, Case 8 그리고 Case 3, Case 6, Case 9의 침수결과가 동일하게 분석되었다.

Case 1, Case 4, Case 7의 경우 구역 1의 최고수는 EL.25.38m, 구역 2는 EL.23.04m, 구역 3은 EL.21.80m으로 나타났으며, Case 2, Case 5, Case 8의 경우에 구역 1의 최고수는 EL.25.38m, 구역 2의 최고수는 EL.23.07m, 구역 3의 최고수는 EL.21.80m이며, 나머지 Case 3, Case 6, Case 9의 경우에는 구역 1의 최고수는 EL.25.38m, 구역 2는 EL.23.10m, 구역 3은 EL.21.80m로 나타났다.

Case 1~Case 9에서는 구역 1과 구역 3은 최고수, 최저수, 최저답이 동일한 값으로 분석되었으나, 구역 2는 Case 1, Case 4, Case 7의 최고수 EL.23.04m, Case 2, Case 5, Case 8의 최고수는 EL.23.07m, Case 3, Case 6, Case 9의 최고수는 EL.23.10m로서 침수위가 약 3cm씩 증가하는 것으로 나타났다. 침수시간은 모든 Case에서 구역별로 시간이 동일하게 나타났다. 구역별 침수시간으로 구역 1은 7월 16일 13:00~18:00(5시간), 구역 2는 7월 16일 07:00~24:00(17시간), 구역 3은 침수시간이 없는 것으로 나타났다. 침수면적으로는 모든 Case가 구역별로 동일하게 산정되었으며, 구역 1은 303,853

m², 구역 2는 779,074m²의 침수면적을 나타내었다.

해당구역별 평균 침수심은 Case 1, Case 4, Case 7의 경우 구역 1의 평균 침수심 0.19m, 구역 2는 0.44m으로 나타났으며, Case 2, Case 5, Case 8의 경우에 구역 1의 평균 침수심은 0.19m, 구역 2는 0.47m이며, 나머지 Case 3, Case 6, Case 9의 경우에는 구역 1의 평균 침수심 0.19m, 구역 2는 0.50m로 나타났다. 구역 3은 모든 Case에서 침수되지 않은 것으로 분석되었다.

4. 결론

본 연구는 2017년 7월 16일에 발생한 집중호우로 인한 오송 침수 피해 지역의 분석을 위해 Gate2012 침수모의 프로그램을 이용하여 침수 분석을 실시하였다.

종합적으로 판단하면 본 연구대상지로부터 발생한 유량 일부가 구역 1로 유입되어 구역 1의 자체유입량에 의한 평균 침수심보다 1cm 침수가 더 되었으나 침수면적은 미가동시와 동일하게 산정되었다. 구역 2는 구역 1에서 구역 2로 유입된 유량으로 인한 평균 침수심은 Case에 따라 최소 3cm에서 최대 9cm 침수가 더 되었다. 침수면적은 양배수장 미가동시와 동일하게 산정되었으나 실제 침수면적과는 일부 상이하게 나타났다.

이는 구역별 표고가 필지별 평균값을 사용하여 분석하기 때문에 동일한 필지라도 되메움, 터파기, 퇴적 등과 같은 자연적 또는 인위적 물리적 현상을 모두 분석에 반영하지 못한 한계의 결과로 판단된다. 즉 실제로 구역 2에서 국지적으로 좌측 중앙부와 상단부의 비닐하우스가 침수된 것은 해당 비닐하우스의 주변 배수 상황이 호우가 발생할 당시에 원활하지 않아 발생한 것으로 추정된다.

본 연구는 오송 지역의 침수피해 형태 분석을 통해 양배수장의 침수방어 역할을 판단하고, 농경지 침수 피해 분석을 실시하여 향후 유사한 홍수 사례에 대비한 침수 방지 계획을 수립하는데 기여하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)의 국토교통지역혁신기술개발사업(21R1TD-C161134-01)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 충청남도, 조천 하천기본계획, 2011년
- [2] 한국산업단지공단, 충북개발공사, 오송 제2생명과학단지 조성사업 사전재해영향성 검토서, 2012년