

清州 및 報恩地方的 頭首工洪水災害에 關한 調查研究(I)

— 部位別 災害發生率 및 災害發生機構를 中心으로 —

**A Study on the Damages of Head Works by the
Storm Flood in the Area of Cheong Ju and Boeun**
— Emphasis on the Occurring Rate and Mechanism of
Damage at Each Region of Head Works —

金 哲 基* · 南 成 祐**
Choul Kee Kim, Seong Woo Nam

Summary

The aim of this report is to analyze the occurring rate of damage at each region of head works and to clear its damaged mechanism, centering around the destroyed situations of head works along both Musim and Bochong Rivers suffered from the storm flood occurred on July 22, 1980. The results obtained from the investigation of 25 head works taken for samples are summarized as follows.

1. The occurring rate of damage at each region of head works showed the largest number of 100 percentage in the revetment and protected riverbed work respectively, in the order of the next largest number, 68 percentage in weir body, 56 percentage in apron and 36 percentage in bank.
2. The destructive damage of revetment influenced largely on sweeping bank away, and destructive sufferings of weir body and protected bed work affected on the destruction of apron, otherwise the destructive sufferings of apron reversely also acted on the destruction of weirbody and protected bed work.
In other hand, partial damage of weir body at the side of revetment is largely influenced by destructive sweeping away of bank.
3. It was showed that the destructive phenomena of weir body occurred largely at the part of concentrated flow and also had a deep relation with scoring by concentrated flow around upstream foundation of weir.
4. The suffered region of revetment is the down stream part just near weir body and the degree of damage is more severe at the curved part of bank that center of flow is concentrated.

*忠北大學校 農科大學

**農業振興公社 忠北支社

I. 緒 言

頭首工은 그 型式은 어떻게든 古來로 農民들에게 가장 손 쉽게 愛用되어 왔던 灌溉用水源施設이나, 洪水가 날때 마다 頭首工 自體 및 河川堤防이 입는 被害가 컸고, 또 이로 인한 農耕地 및 農作物의 浸水 및 埋沒의 被害도 적지 않았다.

그런데 오늘날까지의 被害頭首工에 對한 慣行的인 復舊狀況을 보면, 대개 頭首工이 上流쪽에 分布되어 그 規模가 別로 크지 않은 것이 많아서 輕視되어온 것인지, 또는 現在의 技術能力으로는 別다른 對策方案이 案出될 수 없다는 데서인지 別다른 技術上의 改善이 없이 “復舊”란 文字 그대로 原狀復舊를 하는데 그치는 경우가 많아, 같은 洪水災害가 再發하는 경우도 적지 않았고, 언젠가는 또다시 같은 被害를 입을 危險性이 尙存하고 있는 것이 事實이다. 이와 같은 일은 限定된 復舊工事費에 맞추는 工事を 하여 왔다는 데도 理由가 있겠지만, 첫째 計劃當事자들이 被害頭首工의 被害狀況에 對한 細密한 調查把握 및 그 原因의 理論的究明이 없이 事業을 施行하여 왔다는데다가 또 現在의 이 分野의 實務者技術水準 亦是 지난 날의 技術水準을 넘지 못하고 있는데 더 큰 理由가 있을 것이다.

더욱이 지금까지의 頭首工의 安全 및 洪水災害에 관한 研究 및 調查資料에 있어서도 長⁹⁾, 田中¹¹⁾ 등에 의한 揚壓力에 관한 研究, 南^{9),7)} 石橋⁹⁾ 高月¹⁰⁾ 등에 의한 Apron의 水理設計學的 理論研究, 狩野⁹⁾ 高橋⁹⁾, 多田¹²⁾ 山田¹³⁾ 등에 의한 頭首工의 洪水災害

調查報告등 日本資料와 우리나라 建設部⁴⁾에 의하여 調查報告된 若干의 資料가 있기는 하나, 頭首工의 洪水災害原因을 究明하기 위하여 計劃·設計·施工 및 維持管理面에서 綜合的으로 調查研究된 것은 거의 없었던 것으로 생각된다.

따라서 本調査研究에서는 앞으로 지금과 같은 洪水災害의 再發을 防止시켜 보자는 생각에서 1980年 7月 22日 錦江上流인 淸州 및 報恩地方에 내린 大暴雨로 인한 淸州의 無心川 및 報恩의 報靑川一帶에 設置된 頭首工의 極甚한 被害狀況을 中心으로 部位別 被害發生率 및 그 發生原因을 分析하고 同時에 이들에 對한 災害原因 및 그 對策方案을 計劃·設計·施工 및 維持管理面에서 綜合的으로 究明하고자 하였다.

이 報告에서는 頭首工의 災害原因 및 對策方案에 對한 것은 順序에 따라 第2報로 미루고, 이번에는 먼저 이들 頭首工의 部位別 被害發生率 및 그 發生機構를 中心으로 論及하고자 한다.

II. 調査方法

1. 調査標本選定

本調査는 1980年 8月~1980年 9월에 걸쳐, 實施하였고, 1980年 7月 22日의 洪水災害가 甚하였던 無心川 및 報靑川의 頭首工을 調査標本對象으로 定하여, 無心川에서 9km區間의 10個所, 報靑川에서 12km區間의 12個所, 三街川에서 3km區間의 3個所를 選定하였으며 標本頭首工의 概況은 Table-1과 같다

Table-1. General status of head works investigated.

Name of river	Name of head works	Location	Catchment area	Benifit area	Length of weir	Hight of weir	Apron length	Length of protected bed at downstream	Structre of weir
			ha	ha	m	m	m	m	
Musim	Wong-undl	Chong Won-Kun Kadug Myon Hangchen-Ri	6,800	20	80	1.10	6.3	5.0	concrete
"	Bonmaroo	Chong Won-Kun Kado-k-Myon Nodong-Ri	7,050	20	80	0.80	6.3	5.0	"
"	Samhang	Chong Won-Kun Kado-k-Myon Samhang-Ri	7,260	10	90	1.0	6.3	5.0	"
"	Sangdae	Chong Won-Kun Kado-k-Myon Sangdae-Ri	7,564	10	120	1.0	6.3	5.0	"
"	Ducksan	Chong Won-Kun Namil Myon Gasan-Ri	8,054	47	100	1.0	7.0	7.0	"
"	Handl	Chong Won-Kun Namil Myon Goun-Ri	8,817	26	120	1.0	7.0	7.0	"

淸州 및 報恩地方의 頭首工洪水災害에 關한 調查研究(I)

Musim	Changdl	Chong won-Kun Namil-Myone Ssangsu-Ri	9,167	—	120	1.0	7.0	7.0	concrete
"	Banggae	Chong won-Kun Namil-Myon Hyochon-Ri	9,510	—	120	1.2	7.0	7.0	"
"	Yonggae	Chong won-Kun Namil-Myon Pyongchon-Ri	10,704	45	120	1.0	7.0	7.0	"
"	Sooan	Chong won-Kun Namil-Myon Bangsu-Ri	12,303	—	130	1.0	7.0	7.0	"
Bochong	Sanggun I	Boun-Kun Naebuk-Myon Sangung-Ri	1,373	9	15	0.8	3.0	2.0	"
"	Sanggun II	Boun-Kun Naebuk-Myon Sangung-Ri	1,480	12	21	0.8	3.0	2.0	"
"	Darackgol I	Boun-Kun Naebuk-Myon Iwon-Ri	1,595	3	24	0.6	4.5	2.0	"
"	Darackgol II	Boun-Kun Naebuk-Myon Iwon-Ri	1,720	4	21	0.7	4.5	2.0	"
"	Darackgol III	Boun-Kun Naebuk-Myon Iwon-Ri	1,943	4	25	0.7	4.5	2.0	"
"	Iwon I	Boun-Kun Naebuk-Myon Iwon-Ri	2,307	6	28	0.9	4.5	2.0	"
"	Iwon II	Boun-Kun Naebuk-Myon Iwon-Ri	2,610	3	26	0.8	4.5	2.0	"
"	Doopyong	Boun-Kun Naebuk-Myon Dupyong-Ri	2,839	4	28	0.9	4.5	2.0	"
"	Sougji	Boun-Kun Naebuk-Myon Sugjhi-Ri	3,344	28	32	1.2	4.0	10.0	"
"	Hackrim	Boun-Kun Boun-Eup Hakrim-Ri	4,472	100	66	2.0	6.3	—	"
"	Joongdong	Boun-Kun Boun-Eup Joongdong-Ri	4,912	56	94	1.6	6.3	5.0	"
"	Gangsan	Boun-Kun Boun-Eup Gangsan-Ri	5,352	40	78	1.0	6.3	5.0	"
Samga	Hagye	Boun-Kun Oesongri-Myon Hagye-Ri	5,800	80	44	1.2	6.3	5.0	"
"	Wonang	Boun-Kun Tanbu-Myon Imban-Ri	6,560	—	116	1.1	7.0	5.0	"
"	Imhan	Boun-Kun Tanbu-Myon Imhan-Ri	7,150	49	116	1.3	7.0	5.0	"

2. 調查方法 및 調查內容

調査에 있어서는 調査頭首工의 被害狀況에 對한 現地住民의 探聞 및 水文資料 蒐集에 依하였고, 調査內容으로는 調査河川의 立地狀況, 河床의 土質, 降雨量 및 洪水位痕跡, 災害狀況 등을 調査하였다.

가. 調査河川의 立地狀況

調査河川은 頭首工의 災害가 많았던 錦江水系의 美湖川支流인 無心川과, 같은 錦江水系의 上流部인 報靑川 및 三街川(報靑川支流에 屬함)을 對象으로 한 것으로서, 無心川에서의 調査區間은 淸州上流쪽 9km에 걸친 區間으로서 河床기울기 約 1/300, 河幅 80~150m이며, 兩岸의 堤防은 比較的 잘 整備되어 있었다. 調査區間의 頭首工數는 9km 區間에

10個所가 있어 堰體사이의 平均距離는 900m이고 河床의 土質은 Floating type의 堰體를 計劃할 수 밖에 없는 모두 深度가 깊은 모래자갈層으로 되어 있다(Table-2參照).

報靑川의 調査區間은 이 河川의 上流에 있는 上弓貯水地로부터 報恩邑에 이르는 약 12km로서 12個의 頭首工이 位置하여, 河床기울기 1/100~1/200, 河幅 30~100m,로서 兩岸의 堤防은 整備되지 않은 在來의 堤防으로 되어있고, 淤사이의 平均距離는 1000m로서, 河床土質은 거의 모래자갈層으로 되어 있다(Table-2參照)

報靑川支流인 三街川은 報恩郡 外俗離面 三街貯水池로부터 流下하여 炭釜面 大陽里에 이르러 報靑川에 合流하는 것이므로, 調査區間은 本河川의 山間

Table-2. Graduation of riverbed materials in one meter depth

Name of river	D ₁₀ (mm)	D ₁₅ (um)	D ₈₅ (mm)	Texture
Musim River	0.70	0.88	23.0	GS
"	0.45	0.59	3.2	GS
Bochong River	0.45	0.61	19.5	GS

Table-3. Data of precipitation on July 22, 1980¹⁾

Name of observed station	Daily precipitation (mm)	Maximum intensity of precipitation(mm)	3 hour continuous precipitation (mm)	4 hour continuous precipitation(mm)
Cheong-Ju	217.0	56.0	108.9	155.2
Boeun	302.6	90.0	227.0	259.0

部에서 平野部로 進入하는 地點으로부터 약 3km 에 이르고, 河幅 50~100m, 河床기울기 1/80~1/100 로서, 堤防이 整備되지 않고 있고 比較的 河床기울기가 急하고 深度가 깊은 모래자갈層으로 되어 있다. 調査區간의 河床土質

調査河川의 代表地點에 對한 1m深度의 試料를 採取하여 粒度分析한바 그 結果는 Table-2와 같다.

다. 降雨量과 推定洪水流深

頭首工被害의 直接的인 原因이 되었던 1980年 7月 22日의 淸州 및 報恩地方의 日降雨量, 最大時雨量最大連續降雨量 등을 淸州測候所에서 調査한 바는 Table-3과 같다.

推定洪水流深은 現地の 洪水位 痕跡과 住民에 對한 探問結果를 土臺로 定하였으며 各河川의 推定洪水流深은 Table-4와 같다.

Table-4. Assumed flood flow Depth

Name of river	Observed location	Approximate flood flow depth (m)
Musim	Handl Weir	1.80
Bochong	Gangsan Weir	1.50

라. 災害狀況

標本頭首工의 災害狀況調査는 護岸工, 堰體, Apron, 床止工, 堤防등의 被害部位 및 水流洗掘狀況에 對한 直接 調査와 測定에 依하였다.

Ⅲ. 調査結果 및 考察

1. 河床기울기와 河川洪水位關係

洪水가 나기前에는 比較的 堅固하였던 頭首工이

洪水發生後 激甚한 災害가 일어나는 事實을 볼때 頭首工에 있어 가장 큰 災害가 濼雨에 依한 洪水災害이고, 洪水量이 크고 河川水位가 높을수록 그 災害의 規模가 컸었던 일은 우리가 오랜 經驗을 通하여 잘 알고 있는 事實이다. 이런 點에서 調査頭首工에 對한 洪水災害原因을 究明하기에 앞서 洪水災害를 입었던 1980年 7月22日의 暴雨에 依한 無心川 및 報靑川의 洪水量을 基準으로 河川水位에 크게 影響을 주는 河床기울기와 河川水位의 關係를 먼저 살펴보는 것도 뜻이 있다고 하겠다.

가. 洪水量

1980年 7月 22日의 無心川流域의 日雨量217.0mm 및 報靑川流域의 日雨量 302.6mm를 基準으로 無心川의 한들보地點 및 報靑川의 간산보地點의 洪水量을 掘山式과 推定洪水流深(洪水位痕跡基準)을 基準한 Manning式에 따라 算出하던 Table-5와 같다. 위의 方法에 의하여 얻은 洪水量값을 綜合하여 볼 때 80年 7月 22日에 發生한 peak流量은 無心川에서 576m³/sec, 報靑川에서 459m³/sec임을 알 수 있다.

나. 河床기울기와 河川洪水位

河床기울기에 따르는 河川洪水位의 變化關係를 알아 보기 위하여 앞에서 推定한 無心川의 洪水量 576m³/sec 및 報靑川의 洪水量 459m³/sec를 基準으로, 頭首工이 全혀 設置되지 않았던 때의 自然河床기울기에 依한 洪水位를 Manning公式에 依하여 算出한바, 無心川에서는 頭首工 設置後의 洪水流深이 1.80m인데 對하여, 頭首工 設置前의 自然河床의 기울기 1/300를 基準하여 얻은 洪水流深은 1.51m로서 頭首工設置에 따라 0.29m만큼 洪水位가 높아진 것이 되고 報靑川에서는 頭首工 設置後의 洪水流深은 1.50m인데 대하여 設置前의 河床기울기 1/150를 基

Table-5. Comparison between peak flow discharges by Kajiyama formula and by Manning method

Calculation method	Kajiyama formula					
	Elements of calculation	Catchment area, A (km ²)	Length of waterway, L (km)	Daily precipitation I (mm)	Coefficient of basin, C	Discharge Q (m ³ /sec)
Name of river						
Musim	88.17	17.10	217.0	16.09	576.90	
Bochong	53.52	16.30	302.6	18.27	454.99	

Calculation method	Manning method based on flood water level						
	Elements of calculation	Flood water depth, d (m)	Width of river bottom B (m)	Inner slope of bank, l:z	Coefficient of roughness, n	Slope of river bed I	Discharge Q (m ³ /sec)
Name of river							
Musim	1.80	120	1 : 1.8	0.025	1/500	574.10	
Bochong	1.50	78	1 : 1.8	0.025	1/180	459.74	

準한 洪水深은 1.40m로서, 頭首工 設置後 河川洪水位가 0.10m만큼 높아진것이 되어, 結局 頭首工 設置에 따르는 洪水位 增加는 現河床 標高에 變動이 없는 限, 같은 크기의 洪水量에서도 頭首工 自體 및 河川自體의 洪水抵抗에 對한 負擔을 水位增加量 만큼 더욱 커지게 하고 있다는 事實을 推理할 수 있다.

또 이들 水位는 堤防의 마루에서 볼때, 1.10m의 餘裕 밖에 없는 것으로 洪水位上 餘裕高에서 보드라도 危險度가 높은 狀態라고 할수 있다.

2. 災害狀況

標本頭首工 25個에 對한 洪水災害狀況을 調査한 마 各頭首工의 災害狀況은 Table-6과 같다.

Table-6에 依하던 護岸工과 床止工은 100%의 被害(Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 參照)를 보여, 現在 頭首工 施設中에서 洪水에 가장 脆弱한 部位는 護岸工과 床止工이라고 推理할 수 있다. 그 다음 被害가 많은 곳은 堰體部位로서 一部破損된 곳(9個所)을 包含하여 68%의 被害率을 나타냈고(Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7 參照) Apron(물받이)의 破壞(Fig. 3, 5, 6, 7, 參照)

Table-6. Classification of damaged region on head works

Region of destruction	Levee revetment	Protected bed	Apron	Weir		Bank	Remarks
				Partial damage	Severe damage		
Name of head works							
Won gundl	○	○		○		○	
Bon maroo	○	○					
Samhang	○	○					
Sangdae	○	○					
Ducksan	○	○	○		○	○	
Handl	○	○					
Changdl	○	○	○		○	○	
Banggae	○	○	○	○			
Yonggae	○	○	○	○			
Soan	○	○	○	○			
Sang gung I	○	○					

Sang gung II	○	○	○		○	
Darackgol I	○	○	○		○	
" II	○	○	○		○	
" III	○	○		○		
Iwon I	○	○	○		○	○
" II	○	○		○		○
Doopyong	○	○	○		○	○
Sou ji	○	○	○	○		
Hack rim	○	○				
Joong dong	○	○	○	○		○
Gang san	○	○	○	○		○
Hagye	○	○	○		○	○
Wonang	○	○				
Im han	○	○				
Total	25	25	14	9	8	9
Percentage(%)	100	100	56	36	32	36
				68		

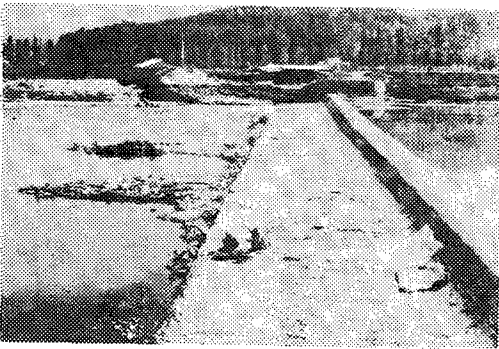


Fig. 1. The appearance of bank revetment and protected river bed swept away

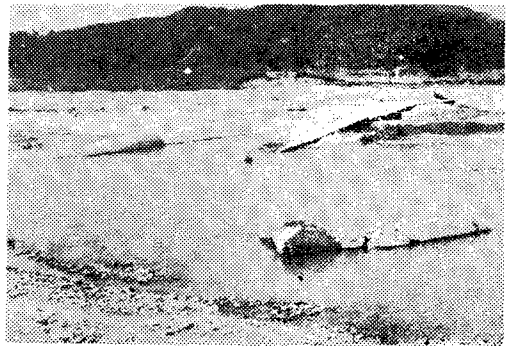


Fig. 3. The feature of weir body destructed by piping action

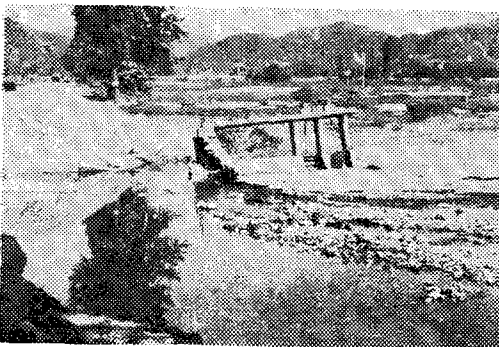


Fig. 2. The feature of weir body and road resulted from the destruction of bank revetment

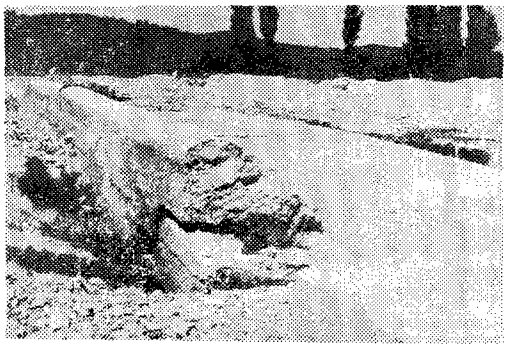


Fig. 4. The feature of weir body destroyed owing to crack occurred at the construction joint

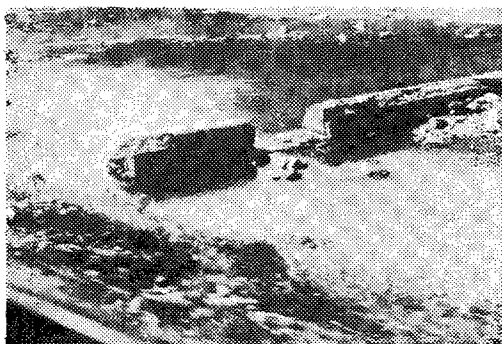


Fig. 5. The feature of the expansion and construction joints and the connecting point of weir and bank destroyed

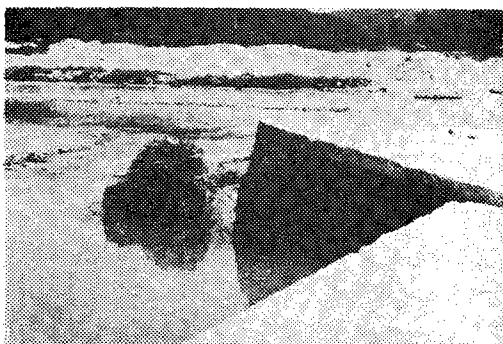


Fig. 6. The appearance of cut-off underneath weir and expansion joint destroyed



Fig. 7. The feature of apron and protected river bed destroyed

와 堤防流失 (Fig. 1, 4, 6, 7. 參照)도 각각 그 數에 있어 56%와 36%나 되어 比較的 높은 被害率을 나타냈다. 따라서 各部位別 被害狀況 및 그 發生機構를 살펴 볼때 그 原因이 무엇이던간에 護岸工의 流失은 堤防流失에, 堰體와 床止工의 流失은 Apron 破壞에, 또는 逆으로 Apron의 破損은 堰體와 床止工의 破壞에 미친 直接的 影響이 컸다는 것을 示唆하고 있고, 堰體被害에 있어서도 堰體自體가 안고 있는 設計上, 施工上의 弱點을 除外하던 護岸側의 部分被害는 堤防流失에 依한 影響이 크고, 堰體中央部 또는 流心部の 破壞는 高橋⁹⁾, 多田¹²⁾ 등이 論及한바와 같이 水流集中에 依한 基礎洗掘과 깊은 關係가 있다고 보아야 할 것이다. 그러나 이들 被害中 堤防流失率은 計數上에서 볼때 적다고 하지만, 이로 因한 農耕地 및 農作物의 埋沒과 기타 人命 및 財產의 被害는 莫大한 것이므로, 이 點 特히 看過할 수 없는 重要한 問題가 된다. 堤防流失狀況을 살펴 보면 主로 破壞된 部位는 護岸工의 被害部位와 함께 堰體 바로 下流部로서 流心이 쏠리는 彎曲部일 수록 被害가 甚하였고, 頭首工이 設置되지 않은 곳에서 堤防流失現象이 別로 없었던 것으로 보아, 頭首工의 設置가 또한 洪水時 堤防流失에 큰 影響을 끼치고 있음을 알 수 있다. 또 河川에 따르는 堤防流失의 特徵은 無心川의 경우에는 上流頭首工에서의 堤防流失이 있으면 그 下流1~2個所까지는 堤防流失만은 겨우 緩한 傾向을 보였다는 點이고, 報靑川의 경우는 流域面積이 보다 작고 無心川에 내린 降雨量보다도 큰 降雨인데다가 堤防工事가 되지 않은 在來의 堤防에다 下流로 갈수록 洪水貯溜現象이 甚한 때문인지, 下流頭首工의 堤防일수록 流失된 傾向을 보였다는 點이다.

따라서 이와 같은 事實을 綜合하여 볼때 堤防破壞가 護岸工의 被害로부터 始作되고, 頭首工의 設置에 依한 影響이 크다고는 하지만, 그 第一的原因은 이들 河川이 지닌 通水斷面不足으로 생각 된다.

IV. 摘 要

이번 報告에서는 1980年 7月 22日의 豪雨에 依하여 災害를 입었던 無心川 및 報靑川의 頭首工 被害狀況을 中心으로, 部位別 被害發生率 및 그 發生機構에 對하여 論及하고자 하는 것으로, 25個所의 頭首工을 調查標本으로 定하고 現地調查資料를 分析하여 얻은 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 頭首工의 部位別 災害發生率은 護岸工과 床止工이 100%로 가장 크고, 다음이 堰體 68%, Apron 56%, 堤防流失 36%의 順으로 작아졌다.

2. 護岸工의 流失은 堤防流失에, 堰體와 床止工의 破壞流失은 Apron의 破壞에, 또 Apron의 破損은 堰體와 床止工의 破壞에 影響을 준 것으로 나타났다. 한편 護岸側의 堰體의 部分被害는 堤防流失에 의한 影響이 컸다고 본다.

3. 堰體의 破壞는 流心集中部에서 發生한 경우가 많고, 이는 水流集中에 의한 堰體上流側 基礎洗掘과 깊은 關係를 나타냈다.

4. 護岸工의 被害部位는 堤防流失部와 함께 堰體 바로 下流部로서, 流心이 쏠리는 彎曲部일수록 被害가 甚하였다.

參 考 文 獻

1. 淸州測候所(1980) : 일기상 통계표 7월호
2. 石橋豊(1957) : 越流ゼキにおける 越流水의 跳水現象에 對하여의 模型實驗的 研究 農土研, Vol. 25 No.2, pp.11~16
3. 狩野德太郎, 內藤利貞, 山田伴次郎(1954) : 頭首工의 災害에 對하여, 農土研 Vol. 22 No.3 pp. 130~143
4. 建設部(1980) : 재해연보
5. 建設部(1981) : 錦江水系 報青川流域水害原因分析 및 恒久對策調査報告書
6. 南 勳(1956) : 越流堰堤下流의 洗掘保護所要區間에 對하여의 Bligh公式의 批判および亂流理論에 의한 水理計算, 農土研 Vol.24, No.1 pp. 1~9
9. 南 勳(1956) : 水漕工의 水理에 對하여의 一實驗 農土研 Vol. 24 No. 5 pp. 1~5
7. 長智勇, 中崎時人(1953) : 滲透性基盤에 對하여의 堰堤下의 揚壓と滲透水流에 對하여(第Ⅱ報), 農土研 Vol.20, No.6 pp.27~30
9. 高橋三夫(1957) : 紀の川 新六箇 頭首工 災害復舊工事에 對하여의 プレバクト工法, 農土研 Vol. 25, No.4 pp.47~51
10. 高月豊一, 澤田敏男, 南勳(1958) : 取水ダム下流의 水流變化와 洗掘機構에 對하여 (固定河床의 場合), 農土研 Vol.25, No.6 pp.9~13
11. 田中宏平(1954) : 低堰堤의 揚壓에 對하여, 農土研 Vol.21 No.5 pp.39~42
12. 多田一人, 石上勇, 橋本正三, 井須博, 齋藤義雄外 2名(1964) : 鶴川川西頭首工 遂營災害復舊에 對하여, 農土研 Vol.31 No.7 p.41
13. 山田伴次郎, 須藤嘉郎, 刈込實, 金澤信吉(1964) : 縣營東海千種用水改良事業 廿五里ゼキ의 復舊工事의 設計施工에 對하여, 農土研 Vol.32 No.4 pp. 185~192