

都市河川の覆蓋로 인한 背水影響의 定量的 分析

윤 용남* 김 진관**

1. 서론

최근 都市地域의 土地利用도가 높아짐에 따라 地價가 크게 上昇하고 이에 따라 公共事業의 수 행에 필요한 用地確保가 어려워져서 地方自治團體들은 法的으로 地方 또는 準用河川으로 분류되어 있는 中小規模의 都市河川을 部分 혹은 全面覆蓋 함으로써 河川의 美觀을 포함하는 河川環境 뿐만 아니라 洪水管理側面에서 문제점을 야기 시킬것으로 우려되고 있다.

現在 都市河川の 覆蓋는 주로 서울, 釜山, 大邱, 大田등의 大都市의 都心地域의 道路및 駐車 難 해소를 위한 用地의 確保와 都心圈 道路의 擴幅 혹은 都市內 循環 高速道路의 開設등을 위한 道路의 河川 蠶食 形態로 이루어 지고 있다. 참고적으로 서울特別市界 內에 위치하고 있는 中小 都市河川の 覆蓋 現況을 살펴보면 34개 河川의 總 延長 196,205 m 중 約 26% 인 50,898 m 가 이 미 覆蓋 되어 있으며 現在 공사중인 覆蓋 延長 6,726 m 와 新規 覆蓋 計劃 延長 16,230 m 를 합 하면 總 覆蓋 延長은 73,854 m 로서 約 37.6% 를 차지하게 된다. 河川覆蓋 혹은 도로의 河川부지 蠶食등은 결국 覆蓋 構造物의 일부를 형성하는 橋脚및 橋臺등이 河川의 通水斷面積을 減少 시켜 流水 疏通에 지장을 주게되어 洪水時 上流方向으로 背水影響을 미치게 되어 大規模 洪水時 河川 氾濫등으로 막대한 洪水被害를 초래할 우려가 상존한다. 따라서, 河川의 覆蓋나 河川上에 設置되 는 도로의 橋脚및 橋臺로 인한 洪水時 背水影響을 定量的으로 計算하는 方法의 開發은 都市河川 의 計劃, 設計및 維持 管理에 대단한 중요성을 가진다 하겠다.

本 研究는 都市河川の 覆蓋 構造物로 인해 발생하는 背水位 上昇高에 影響을 미치는 因子들을 實驗的으로 규명하고 각종 覆蓋 條件에 따른 背水 影響의 物理的 現狀을 규명하여 背水位 上昇高 를 計算 할수 있는 半 經驗的 方法을 개발함을 基本 目的으로 한다. 따라서, 本 研究의 結果로 얻어지는 覆蓋 河川에서의 背水位 計算方法은 現在의 불확실하고 信賴度가 없는 背水位 計算法을 대체 할 수 있어서 洪水被害의 규모가 대단히 큰 都市河川의 治水計劃 수립의 信賴度를 제고 할 수 있을 뿐 아니라, 아직까지 研究되지 못하고 있는 覆蓋 構造의 連續 橋脚配置가 洪水流에 미치는 背水影響에 대한 學術的인 이해를 증진시키는 계기가 될 것으로 믿는다.

* 고려대학교 토목환경공학과 교수

** 고려대학교 토목환경공학과 석사과정

2. 연구의 내용 및 방법

覆蓋構造의 橋脚이 背水位에 미치는 影響을 實驗하기 위해서는 高麗大學校 水工館에 設置되어 있는 30cm x 30cm x 15m 傾斜式 開水路를 사용하였으며, 覆蓋 構造 橋脚은 圓筒形으로 하고 直徑의 크기는 實驗 水路의 幅과 실제 覆蓋 河川에서의 河幅 - 橋脚 直徑比를 고려하여 水理學的 相似率에 의거 결정 하였다. 橋脚에 의한 背水位 上昇高는 흐름 橫斷面當 橋脚의 數(NP)와 흐름 방향으로의 橋脚 斷面間 間隔(SP) 및 橋脚 斷面의 總數(覆蓋 區間の 길이, LP)등에 影響이 있을 것이므로 이들 NP, SP, LP를 상당한 범위 내에서 변경 시킬수 있도록 橋脚 模型을 Stainless Steel 판과 봉으로 제작하였다.

그림 1 에서 例示한 바와 같은 覆蓋 橋脚으로 인한 背水位 上昇高 (Δy)는 다음식에 표시한 바와 같은 흐름 特性變數 (y_3, V_3, g)와 水路 및 橋脚 特性變數 (B_3, S_0, d, NP, SP, LP)의 影響을 받을 것으로 생각되며 이를 函數關係로 표시하면

$$\Delta y = \Phi [y_3, V_3, g, B_3, S_0, d, NP, SP, LP] \quad (1)$$

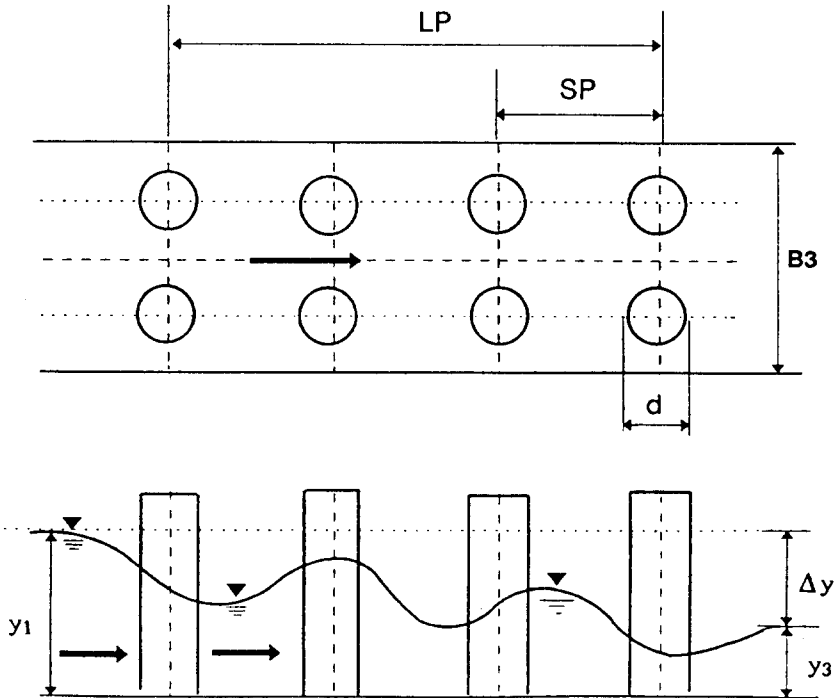


그림 1 覆蓋 橋脚에 의한 水面上昇

여기서 y_3, V_3 는 각각 橋脚 下流 斷面에서의 水深과 平均 流速이고, g 는 重力 加速度, B_3 는 實驗 水路幅, S_0 는 水路 傾斜, d 는 橋脚의 直徑, NP 는 흐름 橫斷面當 橋脚數, SP 는 橋脚 斷面間 間隔 이고, LP 는 覆蓋 區間の 길이이다.

式(2)의 變數間 관계는 차원 解析에 의해 無次元量間的 관계로 표시 할 수 있으며 重複 變數 나 物理 方程式으로 상관 되는 變數를 제외 시키면 대략 다음과 같은 無次元量 간의 관계로 표시 할 수 있겠다.

$$\frac{\Delta y}{y_3} = \Phi \left[\frac{V_3^2}{gy_3}, \frac{b_2}{B_3}, \frac{SP}{d}, \frac{LP}{y_3}, S_0 \right] \quad (2)$$

여기서 b_2 는 $B_3 - (NP \cdot d)$ 를 표시하며 $W_0 = NP \cdot d$ 는 覆蓋 橋脚이 흐름을 차단하는 水路의 幅이다. 覆蓋 橋脚으로 인한 背水位 上昇效果를 조사하기 위한 實驗은 水理實驗室에서 供給할 수 있는 流量 範圍內에서 여러가지 Froude 數 條件下에 실시 하였으며, 覆蓋橋脚 斷面의 性質과 斷面間 間隔(SP) 및 覆蓋區間 延長(LP)도 여러가지 條件으로 변화시키면서 各 因子가 背水位 상승에 미치는 影響을 定量的으로 實驗 하였다. 實驗 流量과 Froude number와의 관계를 보면 實驗水路에 어떤 크기의 流量이 供給되면 等流水深은 水路末端部の 水門調節에 의해 決定되며 본 實驗에서 實驗한 流量(Q)은 5 - 50[l/sec] 이고, Froude 數의 範圍는 0.1 - 3.0 이다. 覆蓋橋脚의 配置는 覆蓋 橋脚이 背水位 상승에 미치는 효과가 橋脚 횡단면 특성과 종단면 배치에 의해 좌우될 것으로 생각 되므로 횡단면당 橋脚수(NP)와 橋脚 단면간 간격(SP) 및 覆蓋橋脚區間距離(LP)를 여러가지 組合 으로 변경시켜 가면서 實驗 하였다.

3. 실험 종류 및 자료분석

本實驗研究는 크게 두가지로 나누어 實驗을 實施 하였으며 各 實驗의 內容을 要約 하면 表 1 과 같다.

(表-1) 實驗 種類 區別

基本分類	細部分類	範圍	備考
橫方向 橋脚設置	橋脚 分布 變化	等分布形 中央集中形 歪曲形	河床傾斜 : 1/1000 粗度係數 : 0.023 實驗流量 : 14 [l/sec] 22 35
	各 分布 遮斷率 變化	5% - 40% (5% 單位)	
縱方向 橋脚設置	總覆蓋區間 變化	橋脚 10 個	
	橋脚 間隔 變化	sp: [3 - 20]	

3.1 橫方向 遮斷 變數 : NP (Number of Pier)

유수 흐름에 直角方向으로 橋脚을 設置할 때 總水路幅에 대한 橋脚面積의 비가 橫斷面의 遮斷面積이다. 앞에서 살펴본 Yarnell 方程式에서는 α 라는 變數로 背水位에 대한 遮斷率을 고려한다. D'Aubuisson 公式에서는 遮斷率을 通水率 形態로 고려한다. 그외의 公式들에서도 어떠한 形態로든 遮斷率과 背水位의 關係를 고려한다.

橫方向 遮斷率이 背水位 上昇에 미치는 影響은 既存 研究에서 많이 다루어져 왔다. 특히 Yarnell은 既存의 研究를 綜合 解析하여 信賴度 높은 結果를 發表하였다. 本實驗에서는 橫方向 遮斷率 實驗으로 얻은 結果를 既存의 經驗 公式들과 比較, 檢討하여 本實驗 結果의 타당성을 檢證하였다.

3.2 橋脚 分布 分類

橫方向 同一 遮斷率이라도 橋脚 設置 形態에 따라 背水位에 다른 影響을 미친다. 本實驗에서는 橋脚分布를 아래 그림과 같이 分類하여 各 分布 形態에 따른 背水位 上昇效果를 分析하였다. 中央集中形은 HEC-2 PROGRAM에서 遮斷率을 고려할때 사용되는 形態이고, 等分布形은 實際 覆蓋構造物의 形態이다. 歪曲形은 江邊道路 設置時 사용되는 形態로 追加的인 實驗으로 하였다.

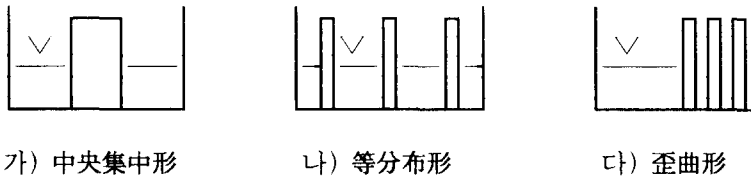


그림 2 橫方向 橋脚 設置 形態

그림 2 와 같이 同一 遮斷率이라도 橋脚分布를 어떻게 하느냐에 따라 河川 橫斷面이 확연이 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 既存의 研究에서는 遮斷率을 고려할때 橋脚의 形狀에만 注重하였는데 이것은 既存의 研究가 覆蓋構造物(군말둑)과 같이 규모가 작은 河川에 상당히 많은 橋脚을 설치할 경우를 연구한 것이 아니라 河川幅에 비하여 橋脚의 面積比가 적고 후속으로 이어지는 橋脚도 거의 없는 경우를 대상으로 하였기 때문이다.

本實驗에서는 中央集中 分布形 橋脚의 背水影響 實驗을 위하여 특수 플라스틱의 일종인 PC봉을 直徑 30, 45, 60 [mm]의 3가지로 준비하였다. 等分布形이나 歪曲分布形의 實驗에서는 直徑 15[mm]의 스테인레스 봉을 사용하였으므로 等分布形으로 4개의 橋脚을 설치 할 경우 (遮斷率 20%), 中央 集中 分布形은 60 [mm] PC봉 1개를 中央에 설치하면 同一 遮斷率이 되는 것이다.

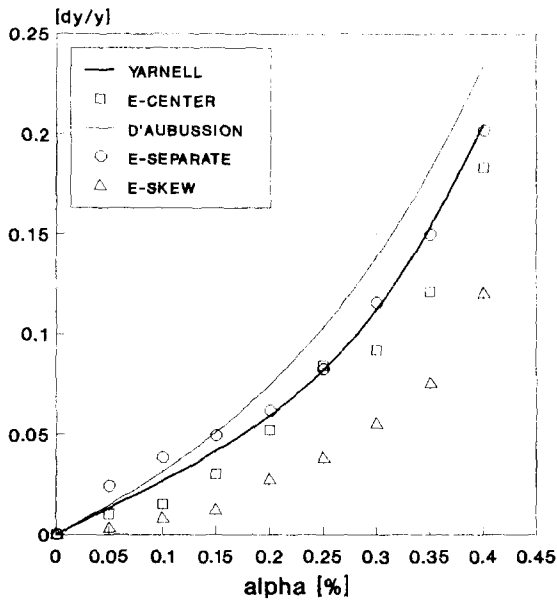
4. 결과 분석 및 고찰

覆蓋工事に 의하여 河川水路上에 設置되는 閘門은 水路내 흐름의 斷面을 縮小시키게 되어 上下流의 흐름상태에 影響을 미치게된다. 閘門에 의한 斷面縮小는 單一橋脚과 마찬가지로 上流 方向으로 M1形 背水曲線을 그리게되고 橋脚과 橋脚사이에서의 흐름이 加速되면서 水深이 低下되며 下流部에서는 흐름의 斷面이 回復되어 水深은 약간 增加하나 渦流損失등으로 완전한 回復은 되지않는다. 閘門의 背水影響으로 인해 覆蓋工事區間 上流의 水面은 상당구간 上昇하게되어 洪水時에 危險을 초래할 경우가 있으므로 水面上昇高와 流量사이의 關係는 대단히 重要하다. 本實驗을 통해서 覆蓋構造物이 背水位 上昇에 影響을 미치는 變數에는 여러가지가 있지만, 특히 흐름 橫斷面當 橋脚數(NP), 흐름 方向 橋脚數(LP), 橋脚 斷面間 間幅(SP), Froude 數 이상 4가지 變數가 가장 影響이 크을 알 수 있었다. 現在 實務에서 背水位 上昇高 解析으로 사용되는 既存의 經驗 公式의 가장 큰 弱點은 이들 公式이 연속된 橋脚 相互間의 干涉效果는 고려하지 못한다는 것이다. 本實驗에서 사용한 變數들의 水位上昇 效果를 既存의 經驗公式과 細部的으로 比較 分析하여 보면 다음과 같다.

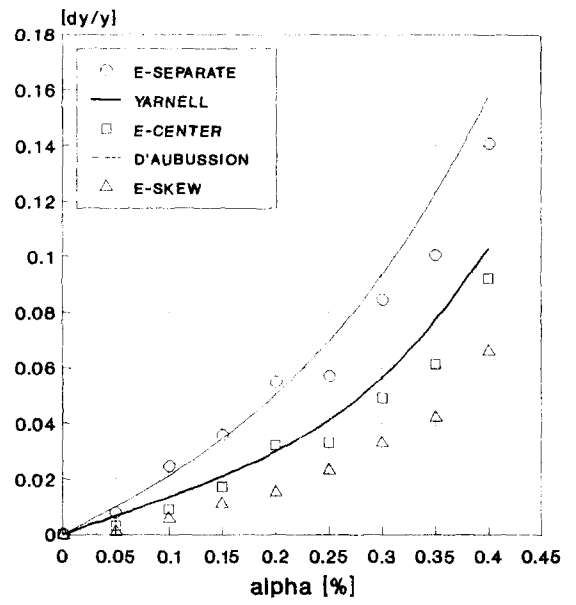
4.1 橫方向 橋脚 增加에 따른 水位上昇 (NP)

橫方向 橋脚 增加는 流水의 通水能 低下로 背水位 上昇을 誘發한다. 이러한 現象의 解析을 위한 既存의 여러 公式들에서도 볼 수 있듯이 橫方向 橋脚 增加는 橫方向 흐름 遮斷 係數의 形態로 背水位 上昇의 重要 因子로 解析된다. 橫方向 흐름 遮斷率(α)은 河川의 總 幅에 대한 흐름 斷面 적에 대한 遮斷 面積의 比로 나타난다. 또한 遮斷 構造物의 形狀이나 位置에 따라 構造物과 流水의 摩擦과 점성등의 因子에 의해 背水位 上昇은 變化하며, 既存의 여러 解析의인 公式들은 構造物의 形狀에 의한 影響을 形狀係數나 抗力係數의 形態로 고려하고있다. 本實驗 結果는 既存의 經驗公式을 解析하여 얻은 無次元 背水位 上昇率과 거의 유사한 傾向성을 나타내었다. 形狀係數 K의 값은 Yarnell 이 제시한 값을 사용하였는데 Yarnell의 經驗公式의 경우 HEC-2 Manual 에서 제시한 $K=0.9$, 와 1.1 을 사용하였고, D'Aubuisson의 經驗公式에는 理論的 考察에서와 같이 Yarnell의 係數決定表를 사용하여 구하였다. 側壁補正은 本實驗과 같이 水路 幅이 좁은 경우에 側壁摩擦에 의한 效果가 自然河川의 2次元 흐름을 대변 할 수 없음은 理論的 考察에서 살펴 본 바와 같다. 側壁補正은 주어진 實驗資料를 사용하여 Reynolds 數를 구하여 Vanoni & Brooks 圖表를 사용하여 側壁의 摩擦을 제거한 f 값을 얻어 施行誤差에 의하여 補正 水深을 얻었다. 側壁補正을 實施하지 않을 경우 實測資料의 값은 既存 經驗 公式에 의한 背水位 上昇에 비해 현저히 작은 背水位 上昇을 보인다. 이것은 側壁補正을 하지 않은 경우 側壁摩擦에 의해 自然河川의 流水現狀을 實驗室에서 충분히 再現 할 수 없기 때문이다.

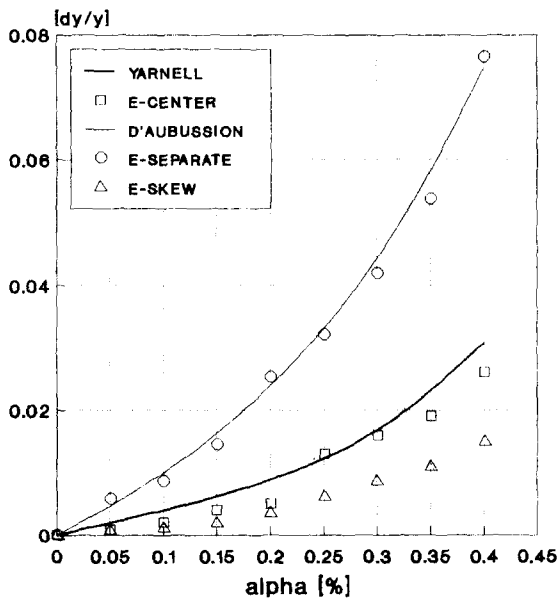
Froude No - [0.46]



Froude No.[0.34]



Froude No.[0.26]



Froude No.[0.15]

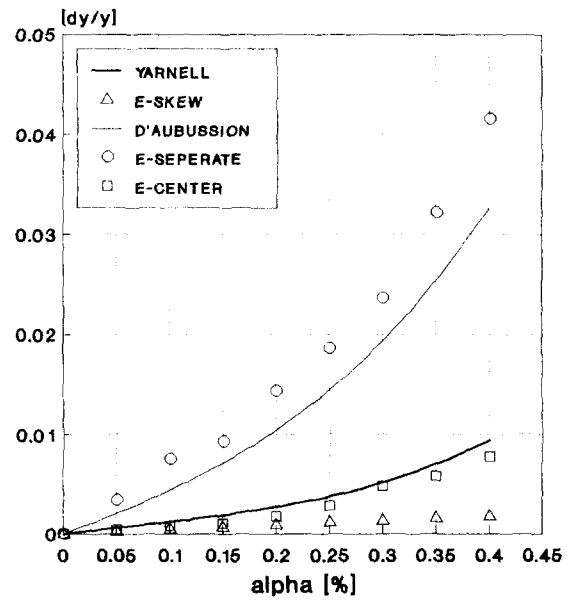


그림 3 단일 횡방향 교각 증가에 따른 배수위 상승

4.2 縱方向 橋脚 増加에 따른 水位上昇 (NPL)

縱方向 橋脚增加에 따른 水位上昇解析은 既存의 公式, 즉 말뚝군 抵抗에 의한 公式, Yarnell 公式, D'Aubuisson 公式으로 本 實驗 結果와 比較 하였다. 各 公式의 共通點은 連續된 橋脚의 相互 干涉에 의한 重疊效果는 고려하지 못한다는 것이다. 本實驗에서는 縱方向 橋脚 設置를 10개까지 設置하면서 相互 干涉및 重疊效果 解析에 重點을 두었다. 現在 사용되는 Yarnell 公式의 경우 先行 橋脚에 의한 水位 上昇으로 다음 橋脚에서는 流速의 減少效果, 즉 Froude 數의 增加 만이 새로운 變數가 되는 것이다. 하지만 本實驗의 경우 先行 橋脚의 흐름 遮斷 效果로 인한 背水位 上昇으로 인하여 연이은 橋脚에 의한 干涉및 重疊이 일어난다. 連續되는 橋脚일 경우는 Froude 數에 따라 다소차이는 있지만 等分布形이 가장 水位上昇이 높았다. 이러한 現象은 橋脚에 의한 흐름 遮斷效果로 인하여 橋脚 周圍로 渦流가 形成되는데 이 渦流가 相互干涉하여 重疊을 이루는 것이 等分布 일때 그 效果가 가장 큼을 알수있다. 중요한것은 實在 河川에서 覆蓋工事 設計時 應力分布를 고려하여 等分布形 設計가 가장 많다는 것이다. 覆蓋區間이 짧을 때는 問題가 없지만 覆蓋區間이 길어질 경우 背水位 上昇效果는 계속 누가되는 것이다. 결국 Froude 數가 0.3 以下の 範圍에서는 HEC-2에 의해 計算된 背水位보다 等分布形, 즉 實際 覆蓋形態가 전반적으로 크게 나타남을 알수있다. 이것은 HEC-2에 의한 設計는 Froude數가 0.3 以下の 範圍에서는 過小 設計 그리고 Froude 數가 0.5 以上에서는 過大設計의 憂慮가 있다.

既存의 公式으로 覆蓋構造物에 의한 背水位 上昇 計算時 또 한가지 問題되는 것은 各 橋脚 사이의 間隔이다. 既存 公式에 의한 背水位 計算時 橋脚 間隔 變化에 의한 變數는 標準逐次 計算에서와 같다. 그러나 本實驗 結果에 의하면 各 橋脚 間隔의 變化는 遮斷率이나 縱方向 橋脚 增加에 비하면 背水位 上昇에 影響은 적게 미치지만 總 覆蓋區間의 變化에 따라 큰 影響을 미칠 수 있다. 즉 橋脚 間隔이 작거나 크다고해서 標準 逐次에서처럼 일정한 背水位 上昇이 발생하는 것은 아니다. 單位 橋脚 間隔 變化는 Froude 數와 밀접한 關係를 맺고 背水位 의 相互干涉및 重疊效果에 影響을 미친다.

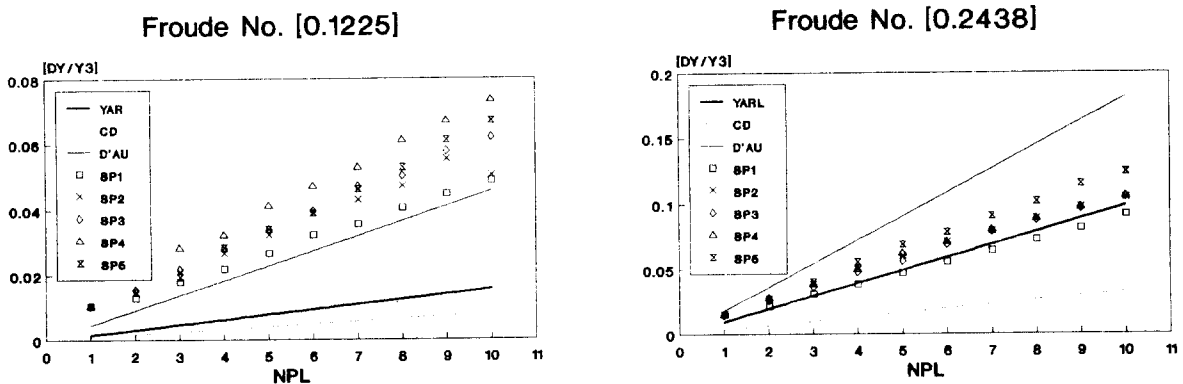


그림 4 종방향 교각증가와 교각간격 변화에 따른 배수위 상승

5. 結論 및 討議

河川覆蓋는 河川環境, 水質汚染, 洪水管理등에 여러 문제점을 발생시키지만 都市地域의 土地利用度가 높아짐에 따라 계속될 展望이다. 그렇다면 施設된 覆蓋構造物과 計劃中인 覆蓋構造物을 어떻게 管理하고 設置함으로써 覆蓋로 인한 被害를 最少化 할 것 인가를 研究하는 것은 必須的인 것이다. 覆蓋工事が 주로 都市 地域에서 이루어지므로 洪水管理 未備時의 被害는 상당히 크다. 洪水對備로 충분한 設計를 해서 建設해도 覆蓋構造物의 維持 管理가 容易하지 않음은 알고있는 바이다. 覆蓋構造物의 維持 管理時의 가장 큰 問題는 河川環境과 通水能의 維持, 保守이다. 洪水時의 流沙나 支障物(나무, 쓰레기 등)의 構造物內로의 流入및 堆積은 通水能의 급격한 低下로 상당히 危險하다. 이러한 問題點의 解決方案 없이 覆蓋工事を 계속한다는 것은 커다란 被害를 自招하는 것 이므로, 이러한 問題點의 解決은 신속히 이루어져야 할것이다. 本研究의 基本 目的인 覆蓋橋脚의 設置에 따른 背水位의 變化는 다음과 같다.

1. 本 實驗 結果 覆蓋構造物이 背水位 上昇에 影響을 미치는 變數는 여러가지가 있지만, 특히 흐름 橫斷面當 橋脚數(NP), 흐름 方向 橋脚數(LP), 橋脚 斷面間 間幅(SP), Froude 數 이상 4가지 變數가 가장 影響이 큼을 알수있었다.

2. 흐름 橫斷面當 橋脚數(NP)에 따른 背水位 上昇의 解析은 既存의 研究에서도 충분히 實行 되었다. 특히 Yarnell(1934)은 橋脚사이의 흐름에 관해서 광범위한 研究를 하고 既存의 公式을 綜合 定理하여 信賴度 높은 結果를 제시하였다. 本研究에서는 單一 橫斷面 遮斷率 變化에 따른 背水位 上昇을 既存의 公式과 比較 檢討하여 本實驗의 信賴度를 立證하였다.

3. 橫方向으로 橋脚의 設置時에 同一 遮斷率이라도 橋脚의 設置形態에 따라서 背水位 上昇은 相異하다. 앞의 세가지 橫方向 橋脚 設置 形態중 覆蓋工事時 實際 形態인 等分布形이 背水位 上昇이 가장높고 다음이 HEC-2型, 다음이 江邊道路 設置時 사용되는 歪曲形이 가장적은 水位 上昇을 보였다. 이러한 現狀은 河川이 同一 橫方向 遮斷率을 가지더라도 通水區間의 갯수에 따라 背水位 上昇이 다르게 나타남을 의미한다. 즉 等分布形은 同一 遮斷率이라도 가장많은 通水區間을 갖게 되므로 背水位 上昇率이 크고 歪曲分布形은 收縮部의 背水位 上昇率과 비슷한 樣相을 나타내기 때문이다.

4. 흐름 方向 橋脚數(NPL)에 따른 背水位 上昇은 既存의 公式으로 解析 할 경우 가장 큰 問題는 連續된 橋脚에 의한 相互 干涉 및 重疊 效果를 고려 할 수 없다는 것이다. 連續된 橋脚은 Froude 數와 橋脚 設置 形態에 따라 敏感하게 背水位 上昇率이 變化한다.

本實驗 結果에 의하면 Froude 數가 0.3 以下에서는 連續된 橋脚의 相互 重疊 效果에 의하여 既存 公式의 背水位 上昇率보다 크고, Froude 數가 0.5 以上에서는 連續된 橋脚의 相互 干涉 效果로 인하여 既存 公式에 의한 背水位 上昇을 보다 낮은 背水位 上昇率을 보인다. 이러한 結果는 Froude 數와 橋脚 設置 形態에 따라 先行橋脚에 의한 渦流效果가 後行 橋脚에 影響을 미치는 範圍가 다르기 때문이다. 즉, 覆蓋工事に 의한 連續되는 橋脚 設置區間을 既存의 公式으로 背水位를 計算할 경우, 實際 自然河川의 Froude 數가 0.1-0.5 임을 勘案하면 實際 背水位 上昇 보다 적게 計算될 수 있다. 즉, 水理構造物의 過少設計 可能性이 크다. 覆蓋構造物의 경우에 施設後 管理 側面도 어려운 問題이므로 覆蓋構造物의 過少設計는 覆蓋가 주로 都市河川에서 이루어 짐을 勘案한다면 經濟的으로 오히려 큰 損失을 誘發 할 수 있다.

5. 既存의 여러 公式들은 單一橋脚 解析을 위한 것이다. 즉, 連續되는 橋脚에 의한 背水位 解析은 既存의 公式으로 정확히 解析 할 수 없다. 本實驗에서 밝혀낸 바 연속된 橋脚에 의한 背水位 上昇을 單一橋脚에 의한 背水位 上昇의 누가치로 計算할 경우에 各 橋脚의 間隔이 背水位 上昇效果가 相互 聯關性이 없도록 充分히 크다면 既存 公式으로의 解析이 妥當하지만 많은 경우 覆蓋構造物은 橋脚相互의 間隔(sp/d)이 서로 干涉現狀이 일어날 정도로 작으므로 單一 橋脚 解析을 통하여 얻은 既存의 公式 使用은 不適當하다.

6. 都市河川의 覆蓋로 인한 背水影響의 定量的 分析을 實施한 結果, 實務에서 使用하고 있는 여러 公式들과 本實驗 結果는 전반적으로 비슷한 樣相을 보이나, 連續되는 橋脚에 의한 背水位 上昇은 既存의 公式과 같이 계산해서는 안된다는 結論을 얻었다. 本實驗 結果 連續되는 橋脚에 의한 背水位 上昇은 Froude數와 橋脚間隔(sp/d)에 따라 상이한 背水位 上昇率을 나타내었다.

7. 本實驗에서 解析한 單位橋脚間隔(sp/d) 變化에 따른 背水位 上昇의 解析은 背水位의 대체적인 傾向성을 밝힐수는 있었지만 보다 정확한 解析은 하지 못했다. 本實驗 水路가 협소한 관계도 있었지만 單位橋脚間隔(sp/d) 變化에 따른 背水位 變化의 重要性을 인지하지 못한 이유도 있다. 單位橋脚間隔(sp/d) 變化는 現在 覆蓋工事時에 많이 실행되고 있는 BOX 型 構造物의 解析에도 연관이 많다. 따라서 BOX型 構造物의 解析도 竝行 되어야 할 것이다. 그리고 보다 많은 Froude數에서 本實驗을 實施하여 Froude數와 背水位 上昇의 關係를 보다 精密하게 할 필요도 있다.

6. 참고문헌

1. 蘆原區廳, 石溪驛앞 駐車場 造成工事 中間 報告書, 1991.10
2. 蘆原區廳, 上溪驛-新上溪驛間 覆蓋工事 實施設計 報告書, 1991.1
3. 九老區廳, 梧柳川 覆蓋工事 實施設計綜合 報告書, 1991.6
4. 蘆原區廳, 上溪驛앞 河川整備工事, 1992.4
5. 서울特別市, 北部 幹線道路 建設에 따른 貞陵川의 修理및 安全性 分析, 1991.4
6. 서울特別市, 貞陵川邊 都市高速道路 建設公社(代案) 建設 說明書, 1991.10
7. 서울特別市, 江邊 都市高速
8. 蘆原區廳, 九老工團驛 換承 駐車場 施設 實施 設計 報告書, 1991.12
9. 미도파(株), 貞陵川 河川覆蓋 駐車場 實施 設計 綜合報告書, 1992.2
10. U.S Army Corps of Engineers, Hydrologic and Hydraulic Analysis : Computation of Backwater Curves in River Channels, Engineering Manual, Chapter 9, 1952
11. U.S. Army Corps of Engineers, Backwater Curves in River Channels, EM 1110-2-1409, 1959
12. Chow. V.T. Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, 1959
13. Anonymous, Computation of Water Surface Profiles, Surface Water Techniques, Book 1, Chapter 1, U.S. Geological survey, Washington, D.C., 1964
14. Hydrologic Engineering Center, HEC-2, Water Surface Profiles, Users Manual, U.S. Army Corps of Engineers, 1982
15. d'Aubuisson, J.F., Traite' d'hydraulique, Pitois, Levrant & Cie, Paris, 1840
16. Nagler, F.A., Obstruction of Bridge Piers to the Flow of Water, Transaction, ASCE. vol. 82,1918
17. Yarnell, D.L., Pile Tresties as Channel Obstructions, Technical Bulletin 429, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., 1934
18. Yarnell, D.L., Bridge Piers as Channel Obstructions, Technical Bulletin 442, USDA, 1934
19. 日本流體力學會, 流體力學., 1987
20. 金 周星, 河川管渠의 水理學의 特性에 관한 實驗研究, 成均館大學校 土木工學科 碩士學位 論文 ., 1990
21. Eichert, B.S. and Peters, I., Computer Determination of Flow Through Bridges, Proc. ASCE., Journal of Hydraulics Div. Vol. 96, no. HY7, 1970
22. French, R.H. Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, 1985