

〈韓·日水資源會議 議題〉

水理模型實 實驗報告

— 漢江 綜合開發事業 —

洪 吉 杓

1. 序 言

首都 서울을 貫流하는 漢江 下流部는 60年代 이후에 거듭되는 都市 膨脹과 더불어 人口 및 產業設施의 急增으로 因한 河川水質汚染이 날로 增加하였고 散發的인 骨材採取, 河川埋立, 堤建設 및 周邊에 建設된 橋梁등이 河川形態를 變化시켜 왔으므로 서울市는 漢江綜合開發計劃을 樹立 1982.9 着工하여 1986.10 이미 完工한 바 있다.

이와 關聯하여 京畿道는 市道境界로 부터 上流인 八堂岾까지의 殘餘 18km 區間을 京畿地區 漢江綜合開發事業地區로 策定하여 河道整備, 高水敷地公園化, 江邊道路 計劃等을 樹立하여 事業을 推進하고 있다.

本事業의 一還으로 河道整備計劃에 對한 水理模型實驗을 實施하여 合理的인 事業計劃 樹立에 必要한 基本資料를 提供하고자 한다.

京畿地區 漢江綜合開發事業 內容

1. 事業期間 : 1986.12~1989
2. 事業費 : 1,480億원
3. 事業概要 :

(1) 低水路 整備

- 低水路 幅員 : 700~1,400m,  
水深 : 2.5m
- 護岸施設 : 23.3km
- 骨材採取 : 55百萬m<sup>3</sup>
- 船着場 : 5個所

(2) 高水敷地造成

6個所 : 500,000坪

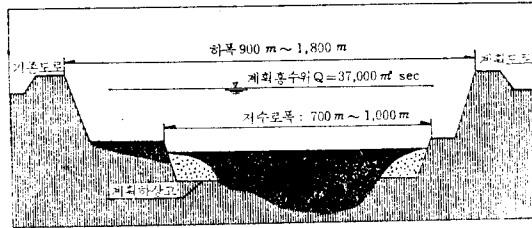


그림 1-1 計劃 河川 標準 斷面圖

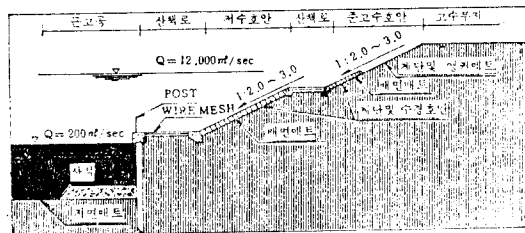


그림 1-2 護岸標準斷面圖

(3) 江邊道路建設

延長 : L=8.5km

幅員 : B=22.4m

(4) 關聯事業

- 江南岾 連結道路 : L=3.2km,  
B=22.4m
- 八堂大橋 : L=935m, B=24.0m  
HARP TYPE 3 連續,  
PC BOX 斜長橋
- 接續道路 : L=2,230m, B=8.0m

2. 實驗計劃

2.1 計劃 概要

本 實驗의 目的은 八堂岾에서 下流側인 서울市와 隣接한 京畿道界까지의 河道整備計劃에 따라 利·治水面에서의 水理的 機能의 妥當性을

\* 建設部 國立建設試驗所

檢討하여 事後의 維持管理는 勿論 施工過程에서의 合理的인 對策을 樹立하는데 必要한 資料를 提供하는 것이다.

특히, 이 區域內는 '88올림픽 漕艇競技場 施設이 漢沙섬의 池川을 閉塞하여 設置되었고, 堂亭里섬의 除去와 低水路整備計劃에 따른 法線및 河床 變更등이 包含되어 水理里의 變化가 豫測되므로 '87년에는 固定床 模型實驗으로서 水位, 流速, 流深등을 檢査하고, '88년에는 移動床 模型實驗으로 河床變動狀況을 檢討키로 하였다.

2.2 相似率과 模型

本 實驗區間은 平面的 길이에 比하여 鉛直方向인 水深이 적기때문에 歪曲模型으로 平面縮尺比( $L_r$ )을 1/200, 鉛直縮尺比( $Y_r$ )는 Froude 相似則에 立脚하여 흐름상태가 亂流가 되게 하는 必要條件때문에 1/80로 定하여 歪曲度  $\alpha=2.5$ 의 模型으로 計劃하였다.

<表 2-1> 模型과 原型間의 諸量比

| 諸 量       | 縮 尺 比               | 備 考   |
|-----------|---------------------|---|
| 鉛 直 縮 尺 比 | $L_r = 1 / 200$     |   |
| 鉛 直 縮 尺 比 | $Y_r = 1/80$        |   |
| 面 積 縮 尺 比 | $A_r = 1/16,000$    | $L_r \cdot Y_r = 1/200 \times 1/80$                               |
| 體 積 縮 尺 比 | $Q_r = 1/143,108.2$ | $L_r \cdot Y_r^{2/3} = 1/200 \times (1/80)^{2/3}$                 |
| 流 速 縮 尺 比 | $V_r = 1/8.94$      | $Y_r^{1/2} = (1/80)^{1/2}$  |
| 縮 尺 比     | $I_r = 2.5$         | $L_r^{-1} \cdot Y_r = (1/200)^{-1} \times 1/80$                   |
| 縮 尺 比     | $N_r = 1/1,316$     | $Y_r^{2/3} \cdot L_r^{-1/2} = (1/80)^{2/3} \times (1/200)^{-1/2}$ |

2.3 起點水位

起點水位는 1984年 當所에서 實施한 蠶室 水中汙水理模型 實驗을 기준으로 하였으며 實驗對象 流量別 起點水位는 表 2-2와 같다.

<表 2-2> 蠶室 水中汙 地點 流量利 起點水位

| 流 量(CMS) | 起 點 水 位 (EL : m) | 備 考 |
|----------|------------------|-----|
| 37,000   | 18.48            |     |
| 30,000   | 17.20            |     |
| 25,000   | 15.63            |     |
| 12,000   | 11.62            |     |
| 5,000    | 8.35             |     |

2.4 實驗案의 目的

固定床 水理模型實驗은 ① 現狀案 ② 計劃案 ③ 修正案으로 區分하여 實驗할 수 있으나, 本 實驗에서는 開發前의 現狀 河川에 對한 實驗은 蠶室水中汙의 新設등 計劃區間의 河道形狀과 河床狀態가 많이 變化하였으므로 實驗에 別 意義가 없다고 判斷되어 除外하였다.

3. 本實驗

3.1 計劃案實驗

3.1.1 計劃案 概要

(1) 低水路計劃

計劃區間內의 河川斷面形은 複斷面으로 決定되었으며, 그 中 低水路幅은 最大 1,470m, 最小 420m로 平均 750m로 計劃되었다.

即 下流部인 九里市 均坪洞 一帶는 750m 程度의 低水路幅을 維持되도록 하였고, 上流側인 漢沙섬은 沿岸을 따라서 約 17萬坪을 切取하여 洪水疏通의 圓滑을 期함은 勿論, 切取區域은 骨材源으로 活用하는 것으로 하였으며 또 漢沙섬 直上流에 位置한 堂亭里섬은 骨材開發을 主目的으로 하면서 河川의 湖畔化로 水上 Recreation을 圖謀코자 完全 除去하는 것으로 計劃되었다. 따라서 이 區域은 低水路幅이 最大幅을 갖게 되며 堂亭里섬 上流側으로 갈수록 漸次 縮幅되어 最小縮을 갖는 八堂潭 直下流인 狹窄部에 이르도록 法線計劃이 되어 있다.

(2) 高水數地計劃

高水數地開發計劃은 治水 및 河床維持에 따른 河川工學的 側面과 冠水頻度를 勘案한 數地의 利用度 및 既存 高水數地와 形成狀態 등을 考慮하여 7個地區로 定하였으며 地區別 高水數地 計劃標高는 表 3-1과 같다.

3.1.2 主要 檢討事項

(1) 計劃洪水量에 對한 堤防의 餘裕高와 漢沙섬의 保存을 위한 計劃堤防에 대한 檢討

(2) 高水數地의 維持保全과 河道法線의 檢討

3.1.3 實驗結果 및 考察

(1) 堤防의 餘裕高

基本計劃上의 水位와 模型上 實測平均水位를 計劃洪水量 37,000CMS에서 比較해 보면 表 3-2

〈表 3-1〉 計劃區域 高水敷地 標高

| 地 區 名   | 高水敷地高<br>(EL : m) |       | 備 考     |
|---------|-------------------|-------|---------|
|         | 既 存               | 計 劃   |         |
| 土 坪 地 區 | 14.50             | 14.50 | 新長 1 地區 |
| 王 宿 地 區 | 10.00             | 12.60 |         |
| 船 里 地 區 | 16.50             | 16.50 |         |
| 漢 沙 섬   | 20.10             | 20.10 |         |
| 漢沙水沿場   | 14.30             | 14.30 |         |
| 新長地區    | 17.00             | 17.00 |         |
| 八 堂 地 區 | 20.20             | 20.20 |         |

와 같이 實測値가 計劃値보다 上昇하는 區間이 많다. 最大上昇値는 No. 31 斷面에서 0.3m가 되지만 後前의 現狀水位보다는 約 1.0m가 低下된다.

水位 低下現象을 갖는 區間은 No. 65 上流側이 顯著한 바(No. 65에서 0.15m) 이것은 八堂댐 直下流部의 流下現象이 模型과 原型間에서 오는 接近流速의 差로 起因된다고 보며 이곳은 山間 狹窄部로서 治水上 問題點이 없다.

以上の 結果에서 既存堤防과 計劃堤防에 對한 比較檢討가 必要하지만 計劃洪水量에 대하여 右岸 No. 5의 1.81m를 除外하고서는 全區間 共히 2.0m 以上이 餘裕高가 있어 充分하다고 判斷된다.

그러나 漢沙섬에 計劃된 堤防은 天端標高를 EL. 20m 線으로 計劃하였는바 이것은 計劃洪水量의 경우 上流端部에서 約 130m, 下流端部에서 約 0.50m 越流水深을 갖게 될 것이 豫想되고 30,000CMS의 流量에서도 上流側인 No. 53 附近에서는 餘裕高가 約 0.50m 밖에 되지 않으므로 漢沙섬과 漕艇競技場의 安全을 爲해서는 漢沙섬 計劃堤防에 對한 補完이 必要하다고 본다.

(2) 高水敷地의 維持와 河道法線

本 地區內에서 計劃된 高水敷地는 漢沙섬 江水沿場을 包含하여 7 個地區이다. 計劃洪水量에 대한 이중 2 個地區는 冠水深이 1m 以內이지만 其他地區는 冠水深이 4~5m가 되며 低面流速도 매우 커서( $V_m=3.24\text{m/sec} \sim 2.25\text{m/sec}$ ) 高水敷地 造成後에 表面流速이 심할 것으로 豫想되며 法線修正이 不可避할 것이다.

또한 漢沙섬은 河幅의 均衡上 17萬坪의 切取

〈表 3-2〉 水位比較表(計劃案)

Q = 37,000 C.M.S

| 測 點 | ①現狀水位 | ②計劃水位 | ③<br>實測平均水位 | 水 位 差 |      |       |
|-----|-------|-------|-------------|-------|------|-------|
|     |       |       |             | ①-②   | ①-③  | ③-②   |
| 1   | 19.79 | 19.04 | 19.11       | 0.75  | 0.64 | 0.07  |
| 5   | 20.12 | 19.18 | 19.12       | 0.94  | 1.00 | -0.06 |
| 8   | 20.33 | 19.31 | 19.22       | 1.02  | 1.11 | -0.09 |
| 11  | 20.53 | 19.43 | 19.43       | 1.10  | 1.29 | -0.09 |
| 15  | 20.81 | 19.60 | 19.66       | 1.21  | 1.15 | 0.06  |
| 17  | 20.89 | 19.67 | 19.67       | 1.22  | 1.22 | 0.00  |
| 20  | 21.05 | 19.81 | 19.88       | 1.24  | 1.17 | 0.07  |
| 22  | 21.14 | 19.89 | 20.01       | 1.25  | 1.13 | 0.12  |
| 24  | 21.22 | 19.96 | 20.08       | 1.26  | 1.14 | 0.12  |
| 27  | 21.34 | 20.17 | 20.21       | 1.27  | 1.23 | 0.14  |
| 31  | 21.51 | 20.22 | 20.52       | 1.29  | 0.99 | 0.30  |
| 35  | 21.70 | 20.39 | 20.59       | 1.31  | 1.11 | 0.20  |
| 40  | 21.93 | 20.60 | 20.66       | 1.33  | 1.27 | -0.06 |
| 45  | 22.14 | 20.78 | 20.72       | 1.36  | 1.42 | -0.06 |
| 50  | 22.34 | 20.93 | 20.95       | 1.41  | 1.39 | 0.02  |
| 53  | 22.47 | 20.97 | 21.05       | 1.50  | 1.42 | 0.08  |
| 55  | 22.56 | 21.00 | 21.15       | 1.56  | 1.41 | 0.15  |
| 68  | 22.93 | 21.04 | 21.16       | 1.89  | 1.77 | 0.12  |
| 60  | 23.13 | 21.06 | 21.27       | 2.07  | 1.86 | 0.21  |
| 62  | 23.26 | 21.09 | 21.08       | 2.17  | 2.18 | -0.01 |
| 65  | 23.46 | 21.13 | 21.03       | 2.33  | 2.43 | -0.10 |
| 68  | 23.63 | 21.17 | 21.02       | 2.46  | 2.46 | -0.15 |
| 75  | 24.06 | 22.26 |             | 1.80  |      |       |
| 80  | 25.60 | 24.13 |             | 1.47  |      |       |

〈表 3-3〉 模型修正內容

| 區 分    | 位 置                     | 修 正 內 容                | 備 考 |
|--------|-------------------------|------------------------|-----|
| 土坪地區   | 上流部(No. 2 ~ 18)         | 堤內側으로 低水路 法線 移動        | 右 岸 |
| 八堂地區   | No. 57 ~ 64             | 低水路 法線 堤外側으로 移動        | "   |
|        | No. 64 ~ 69             | " 堤內側으로 移動             | "   |
| 漢沙 1 섬 | 下流部(No. 31 ~ 40)        | " 堤外側으로 移動             | 左 岸 |
|        | 上流部(No. 42 ~ 57)        | " 堤內側으로 移動             | "   |
| 江水沿場   | No. 53 ~ 57             | 計劃取消 高水敷地로 造成          | "   |
| 新長沿場   | 八堂大橋下流<br>(No. 57 ~ 63) | 低水路 法線 堤外側으로 移動        | "   |
|        | 八堂大橋上流<br>(No. 63 ~ 69) | " " 堤內側으로 移動           | "   |
| 河 床    | No. 50 ~ 64의 左岸         | 岩露出로 EL : 7.0 m 線에서 調整 |     |
|        | No. 64 ~ 68의 全線         | 現狀線 維持                 |     |

計劃을 세웠으나 No. 40에서 八堂大橋인 No. 65에 이르는 堂亭里섬의 除去와 河床 整備등에 따라 從前의 現狀水位보다 實驗水位가 1.40~2.50m가 低下되어 있고 (表 3-2 參照) 餘裕高는

3.0m나 되므로 計劃堤防 標高를 適當히 補完한다면 國土利用側面에서 볼 때 切取量을 大幅 減少할 수 있는 法線調整이 可能하다.

3.2 修正案 實驗

3.2.1 修正案 內容

本 修正案은 計劃案 實驗結果 發生된 問題點과 現地踏查資料를 土臺로 樹立되었으며 主要修正內容은 다음과 같다.

3.2.2 實驗結果 및 考察

(1) 水位變動에 대한 檢討

計劃案과 修正案 實驗에서의 水位變化는  $\Delta H=0.15m$  以內의 變動幅을 나타내지만 堤防餘裕高는 既述한 바와 같이 큰 變動이 없다. 修正案은 河床整備計劃에 있던 狹窄部(No. 64~No. 68)의 河床이 施工中 岩盤露出로 現施工狀態로 維持하게 되었기 때문에 河床高가 計劃高보다 높아져서 八堂大橋에서 漢沙섬 中間部까지 流速이 增大되면서 水位는 計劃案보다 低下되는 傾向을 表 3-4에서 나타내 주고 있다.

〈表 3-4〉 水位比較表(修正案)

Q = 37,000 C.M.S

| 測 點 | 現狀水位  | 計劃水位  | 實際平均水位 | 水 位 差   |         |         |
|-----|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
|     |       |       |        | (1)-(2) | (1)-(3) | (2)-(3) |
| 1   | 19.79 | 19.94 | 19.09  | 0.75    | 0.70    | -0.05   |
| 5   | 20.12 | 19.18 | 19.13  | 0.94    | 0.99    | 0.05    |
| 8   | 20.33 | 19.31 | 19.23  | 1.02    | 1.10    | 0.08    |
| 11  | 20.53 | 19.43 | 19.33  | 1.10    | 1.20    | 0.10    |
| 15  | 20.81 | 19.60 | 19.52  | 1.21    | 1.29    | 0.08    |
| 17  | 20.89 | 19.67 | 19.56  | 1.22    | 1.33    | 0.11    |
| 20  | 21.05 | 19.81 | 19.78  | 1.24    | 1.27    | 0.03    |
| 22  | 21.14 | 19.89 | 19.81  | 1.25    | 1.23    | -0.02   |
| 24  | 21.22 | 19.95 | 19.96  | 1.26    | 1.26    | 0.00    |
| 27  | 21.31 | 20.07 | 20.14  | 1.27    | 1.20    | -0.07   |
| 31  | 21.51 | 20.22 | 20.50  | 1.29    | 1.01    | -0.28   |
| 35  | 21.70 | 20.30 | 20.53  | 1.31    | 1.17    | -0.14   |
| 40  | 21.92 | 20.60 | 20.55  | 1.33    | 1.38    | 0.05    |
| 41  | 22.14 | 20.78 | 20.79  | 1.36    | 1.41    | 0.05    |
| 50  | 22.54 | 20.93 | 20.88  | 1.41    | 1.46    | 0.05    |
| 53  | 21.47 | 20.87 | 20.89  | 1.50    | 1.58    | 0.08    |
| 55  | 21.56 | 21.00 | 21.03  | 1.56    | 1.53    | -0.03   |
| 58  | 21.93 | 21.04 | 21.07  | 1.89    | 1.05    | -0.84   |
| 60  | 21.13 | 21.06 | 21.14  | 2.07    | 1.94    | -0.13   |
| 62  | 21.22 | 21.09 | 21.09  | 2.17    | 2.17    | 0.00    |
| 65  | 21.46 | 21.13 | 22.99  | 2.33    | 2.47    | 0.14    |
| 68  | 21.43 | 21.17 | 21.03  | 2.46    | 2.40    | 0.06    |
| 75  | 21.66 | 21.22 |        | 1.89    |         |         |
| 80  | 21.69 | 21.43 |        | 1.47    |         |         |

〈附圖 1〉 水位 및 流運測點圖



(2) 流況과 流速分布

流況 및 流速分布에 대한 資料는 流心의 偏倚에 의한 水衝作用으로 河岸의 浸蝕과 摩擦速度의 增大에 따른 限界掃流力에 의한 河床의 變動(洗掘, 推積)을 檢討하는데 必要하다. 이것은

'88年度에 施行할 移動床 模型實驗에서 檢討할 것으로서 本 固定床 實驗에서는 水衝個所를 確認하여 이에 따른 河道의 合理的인 改善策을 講究하였다.

#### 4. 結 言

##### 4.1 治水의 側面

(1) 本地區開發計劃 河道에 대하여 計劃河川 堤防高는  $Q=37,000\text{CMS}$  일때에 八堂댐에서 狀 沙섬 下流部까지는 3.0m 以上 그 以下區間은 2.0m 以上の 餘裕高가 確保된다.

(2) 開發後의 水位는 河道斷面의 擴大로 現狀 水位보다 低下되며 計劃洪水量일때 土坪地區下 流部가 0.7~1.0m 이고 上流로 갈수록 커져서 漢沙섬 上流側은 1.5m 以上 低下된다.

(3) 漢沙섬의 計劃堤防高( $EL=20.0\text{m}$ )는 計劃 洪水量에서는 絶對的으로 不足하며  $Q=30,000\text{CMS}$  일때도 約 0.5m 에 不過한 餘裕高(No. 53 附近)로서 漢沙島와 漕艇競技場의 安全을 위하 여는 水位를 勘案하여 計劃堤防高를 補完함이 必要하다.

(4) 計劃案과 修正案에 對한 水位 영향은 局 部的으로 小量의 差異를 나타내고 있으며, 計劃 洪水量에서 修正案이 計劃案에 比하여 0.15m 以 下의 水位低下 現象을 갖는다.

##### 4.2 高水敷地와 法線

(1) 八堂, 新長 및 漢沙섬의 修正案은 計劃案

에 比하여 期待보다 未洽하나 周邊에서의 流況 改善에 도움이 된다.

(2) 洪水時 高水敷地에서의 流速分布는 基本 計劃에서 計算한 流速보다 標型 實驗值가 크게 나타나 2m/sec~3m/sec 인바 修正案에서는 이를 減少시켜 1.5m/sec~2.5m/sec 정도가 되었다.

##### 4.3 河床의 安定과 河道計劃

(1) 問題되는 區域은 八堂댐 下流 狹谷部 下 流端에서 漢沙섬 下流端까지의 區間이다.

(2) 本 計劃의 特徵은 漢沙섬을 形成해야 하 기 때문에 河道計劃에 상당한 어려움이 따른다.

(3) 固定床 實驗만 的 成果로 斷定하기 어려우 나 狹谷部의 河幅 500m 가 1.6km 下流에서 갑 자기 1,800m 로 擴幅되는 形狀으로는 水面傾斜 의 下連續을 招來하게 됨으로 安定을 害치는 要 因이 되고 있다. 따라서 移動床實驗('88年 豫定) 에서는 河幅의 漸進的 增加로 實驗을 實施 河道 의 安定을 檢討함이 가할 것이다.

(4) 漢沙섬 上流區間의 河床은 掘削斷面이 岩 盤線이 到達되어 岩盤이 露出되는 것으로 修正 案에 提示되고 있는바 河床平衡에 기여할 수 있 는 能力이 없어졌다. 移動床 實驗에서는 이 區 間의 水理特性이 檢討되어 河道計劃에 反映되어 야 할 것이다.

(財) 韓國水道研究所 主催

第 1 回 韓·日 國際水道세미나

1988. 5. 6~7 서울 웨라튼워커히 콘벤션센터 後

援 建設部 水道新報

우리나라 水資源開發에 따른 대책

尹錫吉 水資源施設補修(株)社長

韓國의 上水道 現況과 諸問題

朴鏞承 建設部 技術開發官

韓國의 下水道 現況과 展望

富榮養化對策으로서의 湖沼의 人工循環

水道技術發展에 관한 諸問題

下水處理에 있어서 硫黃化合物對策의 重要性

汚水處理에 對한 粘土吸着의 利用

'88科總聯 國內外韓國學技術會議 夏季심포지움

1987. 7. 6-7. 8 서울대학교 문화관

“自然災害”論題 좌장 南宣祐 博士 7月7日

• 낙동강하구둑저지대의 태풍(Theima호) 피해 원인분석에 관한 연구

李元煥 연세대학교 教授

• 유역의 도시화와 홍수방재

金桂鎬(주) 유신설계공단 副社長

• 홍수와 댐사고

• 태풍진로의 예보기법

金正禹 연세대학교 이과대학 教授

• 제주지역 농업기상프로젝트의 현황과 전망

윤진일 기상연구소

• 우리나라의 지진재해와 예방대책

李東根 한국과학기술원 助教授