

大清多目的댐建設工事

李成龍*

본 공사 보고서 요지

'80년 6월말 담수를 앞두고 지금까지의 공사추진 과정을 기록보고하는 내용으로서 요지는 다음과 같음.

1. 전체적인 치수·용수·발전계획 개요
2. 공사추진에 비중을 차지하는 보상 및 지역대책
3. 복합형댐에 있어서의 접합부의 사용될 특수재료의 선정 및 시공기준
4. 각 시설물(본댐, 발전소, 역조정지연, 부댐, 도수터널)별 설계개요, 시공실적, 공법, 변경사항

1. 概 說

錦江流域은 南韓 5大江流域中 3번째로 큰 流域이며 總面積 9,886 ㎢로서 南韓面積의 約 10%를 차지하고 있다. 流路延長은 401 ㎞에 達한다.

70年代에 접어들어 韓國의 産業은 急發展하게 되어 이에 따른 用水需要가 急激히 增加되고 있으며 油類에만 依存하고 있는 電力需給, 每年 일어나고 있는 洪水被害節減을 爲하여 政府에서는 錦江流域開發 事業의 一環으로서 大清多目的댐建設事業을 着手하게 되었다. (그림 - 1 參照)

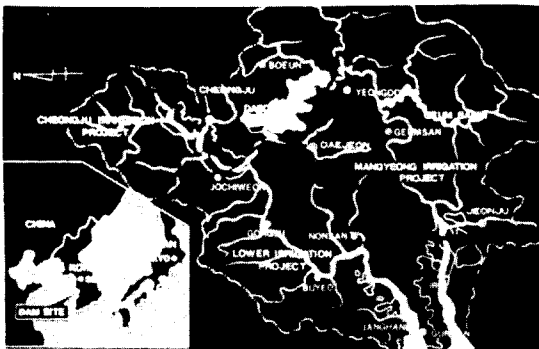


그림 - 1 錦江流域圖

本流域開發事業은 72년에 流域調査를 完了하였고 74년에는 大清多目的댐事業의 妥當性調査와 이에 따른 實施設計가 完了되어 75年 3月부터 事業이 着手되었다. 今年末에 事業을 完了할 計劃으로있어 現在 95%의 工程이 達成되었고 今年 6月末에는 洪水開始, 9月에는 商業發電및 用水供給을 開始할 豫定으로 있다. (그림 - 2)

2. 計劃의 概要

河口에서 150 ㎞地點에 建設하는 本댐은 貯水量이 14億 9千萬屯의 우리나라에서는 처음으로 建設하는 複合型多目的댐이다. 댐右岸直下에 施設容量 45,000 kw 2臺의 流下式發電機를 設置하고, 本댐下流 4.5 ㎞地點에 逆調整地域을 建設하여 大頭發電時의 流下量을 貯水하여 下流에 調節放流하는 機能을 가지게 된다.

貯水地에서 大田, 淸州方向으로 導水터널을 各各建設하여 이 地域에 用水를 供給하게 하고, 滿水位 보다 낮은 3個地點에 副댐을 建設한다.

이 建設事業으로 因하여 15,208 千坪의 水設地를 補償하고, 京釜高速道路 800 m를 비롯하여 172 ㎞의 地方道路와 面洞里道路를 移設하게 된다.

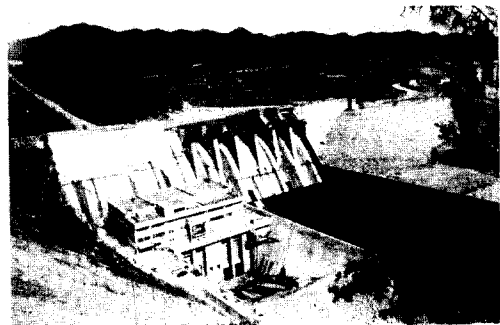


사진 - 1 大清多目的댐建設全景

* 本學會 正會員 技術士 産基公 大清댐 建設事務所 所長

2 - 1. 洪水調節計劃

錦江下流地域의年間平均洪水被害額은現時價로約23億원에達하고, 100年頻度洪水에對하여는 무려133億원程度에達한다. 大體로 우리나라年間降雨分布가夏期에偏在하고있어被害는6月中旬부터9月中旬사이에이러나고있으며그중60%에該當하는被害는7月中旬에發生하고있다.

公州地點에서例를들면年間洪水頻度로河川의水位는平均水位에서6m나上昇하고, 10年頻度洪水로는8.5m나上昇한다.

大清多目的의에서의洪水調節容量은2億5千萬屯으로서100年頻度洪水量인9,500m³/sec流入時에3,500m³/sec가調節되어6,000m³/sec가放流하게되어在來洪水量의37%를調節하게되며公州地點의水位를90cm까지底下시킨다.

2 - 2. 用水計劃

錦江流域과兩項江流域은農耕地이고, 只今까지錦江의用水需要의90%는農業用水로供給하여왔다.

그러나70年代以後國內의急速한都市와産業發展으로用水需要는年年急増하는形便이고78年度以後大田, 清州地域의例를보더라도極甚한用水難을겪고있다.

78年度에第2次로實施한流域内の用水需要調査에依하면2,001年度에가서는總用水需要量은年間39億2千3百萬屯으로서그중40.4%에該當하는15億8千8百萬屯을大清多目的의에서供給하여야한다.

(表-1 參照)

表-1 大清明用水供給計劃

單位：百萬屯

區分	1981年	1986年	1991年	1996年	2001年	備考
生活用水	58	119	218	338	475	
工業用水	79	215	317	456	637	
農業用水	352	476	476	476	476	
計	490	810	1,011	1,270	1,588	

表-2 水沒地補償執行表

單位：百萬원

年度別	忠南	忠北	計	補償對象
1976	2,389	2,940	5,329	標高40m線까지 및 同聯連地
1977	4,100	4,500	8,600	標高50m線까지 및 同聯連地
1978	7,539	10,197	17,736	標高65m線까지 및 南陽干拓地 移住民聯連地
1979	2,925	11,550	14,475	標高80m線까지 및 間接被害
計	16,935	29,187	46,140	

2 - 3. 發電計劃

現在國內發電施設容量은8,033,000kw이고, 그중火力이81.3%인6,534,000kw, 水力이11.4%인912,000kw, 原子力이7.3%인587,000kw로우리나라電力은大部分油類 및 石炭에依存하고있다.

大清水力發電所는施設容量이90,000kw로서尖頭負荷發電外에도夏期에는24時間發電함으로서年間2億5千萬KWH인發電量을얻게되어中部地域의電力難을解消하게될뿐아니라年間約40萬바렐, 約80億원의油類代替效果를 가져오게된다.

3. 用地補償 및 地域對策

3 - 1. 水沒地補償

水沒規模는忠南北2道4郡2邑11面に達하고補償土地面積은15,208千坪으로서그중논이36%인5,396千坪, 밭이30%인4,570千坪, 林野는24%인3,688千坪其他가10%인1,554千坪이고, 工事用地는123,400坪이다.

現時價先補償原則에따라表-2에서보는바와같이年次別로低標高에서부터同一財産同時補償原則에따라補償되었다.

특히大清多目的의事業에있어서는補償比率이全體事業費의53.6%(昭陽江:28%, 安東:34%)나되는것은政府의特別한配慮와近年地價上昇이原因이있는것으로分析된다.

3 - 2. 住民移住對策

總水沒民은4,075世帯, 26,178名에이른다. 이中700世帯는京畿道南陽灣에造成한干拓地를選定78年度부터年次的으로移住케하였고, 水沒地域밖에4個集團移住団地(忠北3個団地, 忠南1個団地)를造成하여763世帯를工業団地에350世帯를包含하여1,813世帯를80年4月까지移住를完了케했고, 残余2,262世帯는自由移住토록하였다.(表-3參照)

移住民에對하여는土地에對한地價, 地上物件費外에移鄉慰藉料, 移徙費, 失農補償費가支給되고計劃

移住民에 對하여는 政府 또는 地方自治團體에서 補助 또는 住宅 融資等의 支援이 加해졌다.

表 - 3 水沒住民移住計劃

單位：世帯

區 分	忠 南	忠 北	計	備 考
計 劃 移 住	566	1,247	1,813	
南陽干拓地	245	455	700	
集團 移 住	321	442	763	
工團 移 住	—	350	350	
自由 移 住	857	1,405	2,262	
計	1,423	2,652	4,075	

3 - 3. 移設道路對策

京釜高速道路中 約 400 m가 貯水位로 因하여 水沒된다. 이를 爲하여 約 800 m의 橋梁을 建設하게 된다.

3 個路線(댐-文義間, 細川-懷仁間, 沃川-報恩間) 47.3 km의 地方道路를 移沒하게 되었으며 貯水池를 橫斷하는 區間은 橋梁을 架設하고 從來道路幅 6.0 m ~ 8.5 m를 10.5 m로 擴張하기로 하였다.

其他 34 個路線 124.4 km의 面洞間道路를 移設한다.

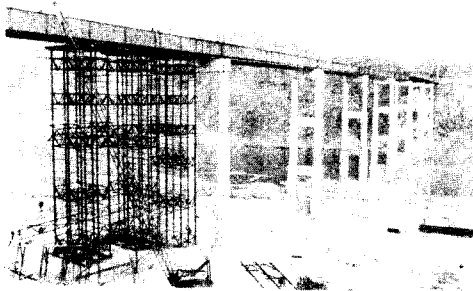


사진 - 2 移設道路橋梁光景

4. 地質概要

4 - 1. 一般概要

錦江流域內의 地質은 大部分이 白堊紀前의 花崗岩, 花崗質片麻岩과 結晶片岩으로 分布되어 있고 그의 走行은 NE-SW 方向으로서 互層을 이루고 있다.

上流鎮安, 中流의 永同, 美湖川支流인 曾平附近에서는 古生代 또는 中生代의 水成岩이 分布되어 있고 1部地域에는 斑岩과 酸性浸蝕岩도 分布되어 있다.

方頃江流域의 平野地나 高地帶은 花崗岩과 花崗片岩이고 東쪽에서는 結晶片岩이 分布되어 있다. 全州南쪽 1部에서는 古生代 또는 中生代의 水成岩도 分布되어

있다.

4 - 2. 댐地點의 地質(그림 - 2 參照)

本댐地點은 河川의 灣曲部이다. 右岸은 灣曲部の 凹部에 屬하고 甚한 浸蝕으로 岾이 露出되어 40° ~ 50°의 急傾斜를 이루었으며 左岸은 灣曲部の 凸部에 屬하여 15°의 緩慢한 傾斜를 이루고 있어 表土 및 風化岩이 相當깊이까지 차지하고 있다.

基礎母岩은 大部分 石英片岩 角閃石英片岩 또는 角閃岩으로 이루어져 있고 走行은 N 30° E 傾斜는 E 40° ~ 60° 程度이다.

左岸部の 風化度는 相當한 깊이까지 發達하여 10 m ~ 25 m에 이르고 있어 彈性波速度도 1 ~ 2 km/sec 로서 試錐에 依한 코아採取率도 大端히 적어 左岸部の 新鮮한 基岩까지의 깊이는 20 m ~ 35 m程度나 된다.

河床部位는 1 ~ 3 m의 砂礫와 雜積層이 있고 그 以下는 比較的 硬岩盤地帶이나 5 ~ 10 m 깊이까지는 龜裂이 發達되고 風化되어 彈性波速度도 2 km/sec이고 基岩까지의 깊이는 5 m以上이다.

右岸部는 表土두께도 적고 部分的으로 硬岩露出部位도 있으나 10 m内外 깊이까지의 彈性波速度는 2 km/sec 程度이고 龜裂이나 罅(Seam)이 發達하여 基岩까지의 깊이는 15 m内外이다.

댐構造와 關聯되는 斷層은 5 個가 있는것으로 調査되었다. 特히 5 個斷層中 Fault B는 幅이 10 m나 되고 댐軸을 橫斷함으로 相當한 處理를 要하게 될것으로 豫測하였으나 基礎掘착結果는 多幸히 댐軸에 平行하여 交互하는 것으로 確認되었다. 또 左岸 標高 65 m, 75 m의 水平斷層이 새로發見되어 Rockfill 댐安定을 考慮한 追加措置를 要하게 되었다.

4 - 3. 導水터널 地質

大田, 淸州兩個導水터널은 入口와 出口만의 附近地質調査만으로서 全體地質을 推定 하였다.

延長이 約 4.0 km에 達하는 大田導水터널은 標高 330 m의 鵝足山을 貫通하게 되며 이 區間은 大體的으로 粗粒의 黑雲母花崗岩으로서 相當깊이까지는 風化層이며 어떤 部位에서는 20 m以上 깊이까지 風化된 것으로 推定 되었다.

調査結果에 依하면 入口側의 風化側의 風化 깊이는 26 m程度이고 出口側은 6 ~ 12 m程度이다.

延長 1.8 km에 達하는 淸州導水터널은 標高 200 m의 丘陵을 貫通하게 된다. 이 터널의 入口側은 花崗岩이고 出口側은 雲母 및 角閃片岩으로 되어있다. 이 두 岩質境界는 不規則한 構造로 되어 있다.

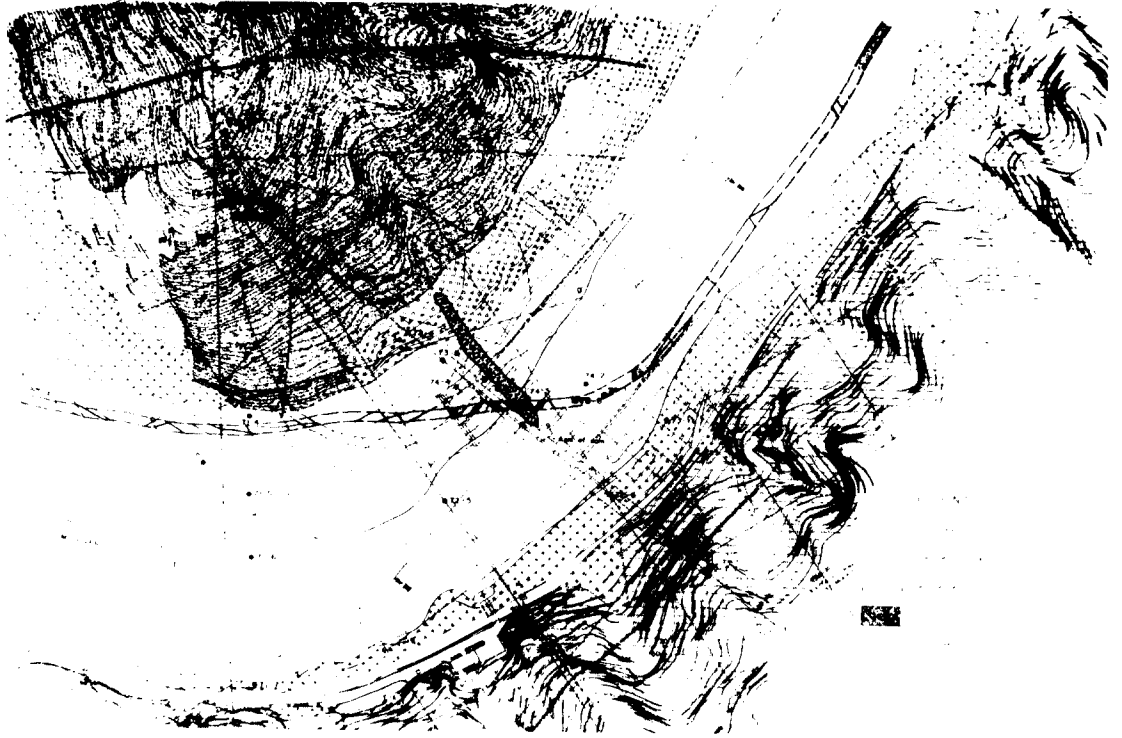


그림 - 2 댐附近地質圖

터널 入口側의 花崗岩質은 20 m 内外 깊이까지 風化 되었으며 出口側片岩質도 10 ~ 20 m 길이 까지 風化된 것으로 調査되었다. 그러나 掘착結果 出口側의 岩質은 調査된 깊이 以上인 50 ~ 60 m 까지도 硬岩이 發見되지 않아 터널의 落盤 또는 崩괴가 發生하였다.

5. 本댐

5 - 1. 設計概要

大田 東北方 24 km, 清州 南西方 24 km, 忠南道에 걸쳐 錦江本流에 築造되는 大清多目的댐은 우리나라에서 처음 建設되는 復合型 댐이다.

5 - 1 - 1 本댐諸元

河 川 : 錦江本流
 位 置 : 右岸 - 忠北 清原郡 文義面 德溜里
 左岸 - 忠南 大德郡 新灘津邑 美湖里

流域面積 : 4,134 km²
 年平均流入量 : 3,220 × 10⁶ m³ (102 m³ / sec)
 貯水池面積 : 72.8 km² (延長 86 km)
 總貯水量 : 1,490 × 10⁶ (E.L. 80.00 m 까지)
 有效貯水量 : 1,040 × 10⁶ (E.L. 60.00 ~ E.L. 80.00 m)

水 量 : 450 × 10⁶ (E.L. 60.00 m 以下)
 可 用 水 量 : 790 × 10⁶ (E.L. 60.00 ~ E.L. 76.50 m)
 洪水調節 容量 : 250 × 10⁶ (E.L. 76.50 ~ E.L. 80.00 m)
 設計洪水流入量 : 12,200 m³ / sec (500 年 頻度)
 設計洪水放流量 : 9,500 m³ / sec (100 年 頻度)
 댐 型 式 : 콘크리트重力式과 Rockfill 댐의 復合型
 頂 上 標 高 : E.L. 83.00 m (余裕高 3.0 m)
 댐 높 이 : 72 m
 댐 길 이 : 495 m
 頂 上 巾 : 콘크리트댐 6.0 m Rockfill 댐 10.0 m
 댐 體 積 : 콘크리트 560,000 m³
 Rockfill 634,000 m³
 댐 傾 斜 : 콘크리트댐
 上流 - E.L. 45.00 m 까지
 1 : 0.15, 以上은 垂直
 下流 - 1 : 0.75
 Rockfill댐
 上流 - 1 : 2.0

表-4. 댐型式決定을 위한 比較

區 分	콘크리트重力式	Rockfill式	復 合 型 式
假 排 水 路	多 段 式 流 水 轉 換	經 13 m 水 路 터널 3 條	多 段 式 流 水 轉 換
頂 上 標 高	E.L. 83.00 m	E.L. 83.00 m	E.L. 83.00 m
基 礎 掘 整 標 高	E.L. 12.00 m	E.L. 20.00 m	E.L. 20.00 m
댐 體 積	703,000 m ³	2,000,000 m ³	1,207,000 m ³
余 水 路 門 扉	13 m × 16 m × 6 門	13 m × 16 m × 6 門	13 m × 16 m × 6 門
發 電 施 設 容 量	45,000kw × 2 台	45,000kw × 2 台	45,000kw × 2 台
建 設 費 比 率	109 %	114 %	100 %

下流 - 1 : 1.8

余 水 路 : Tainter Gate 6 門 (B = 13.0 m
H = 15.974 m

發電用取水管路 : 經 6.0 m 水壓鐵管路 2 條

下流用水供給管理 : 經 1.6 m 水壓鐵管路 2 條

5-1-2 댐型式的決定

地形, 地質, 水文資料 및 建設工事費 등을 考慮하여 3 個案을 比較檢討하여 決定하였다.

全體를 콘크리트重力式 댐으로 할 때 建設期間中의 流水轉換 및 洪水에 對한 處理는 容易하나 左岸의 基礎掘착增加로 工事費를 增加 시킨다.

全體를 Rockfill 댐 型式으로 할 때 左岸部의 掘착量은 減少하나 建設期間中의 流水轉換을 爲하여 經 13 m 的 假排水터널 3 條를 建設하여야 하고 洪水處理를 爲한 余水路를 別途로 築造하는 問題, 發電用取水路의 延長等으로 工事費를 增加시킨다.

따라서 左岸의 掘착量, 建設期間中의 流水轉換, 洪水處理를 爲한 余水路構造物, 取水路의 短縮等을 考慮하여 右岸은 콘크리트動力式과 左岸은 Rockfill 댐의 復合型을 採擬 하였으며 其의 比較結果는 表-4 와 같다.

5-1-3 構造配置

本댐, 余水路, 發電所의 基本配置計劃은 其 事費의 經濟性을 考慮하여 試案을 作成 比較檢討하여 決定 하였다.

地形 및 地質條付上 右岸을 延長 234 m 的 콘크리트重力式 댐으로 하고 左岸部는 延長 136 m 的 Rockfill 댐을 配置, 中間에 延長 125 m 的 連結部를 두어 全體댐의 長이는 495 m 이다.

河川 中央部 콘크리트堤體上部에 余水路溢流部를 두고 直下流에 整水庭을 두었고 右岸댐直下에 發電所를 配置하여 貯水池에서 2 條의 水壓鐵管路를 連結하였다. 建設期間中의 流水轉換은 1 次로 左岸에 幅 40 m 的 開水路를 掘착하였고, 右岸部콘크리트堤體內에 假排水路

4 條를 設置하여 左岸部댐築造時 2 次로 流水轉換水路로 使用하였다.

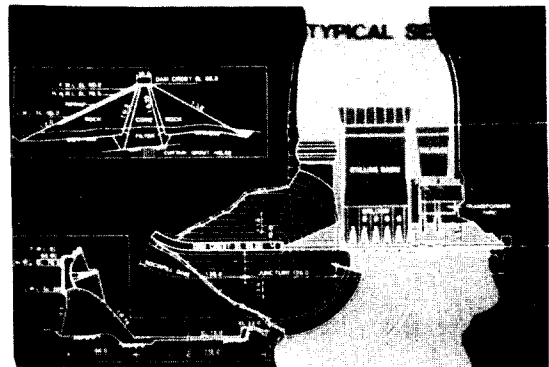


그림-3 本댐一般平面圖

5-1-4 댐의 安定計算

復合型 댐임으로 断面決定은 콘크리트重力式댐, 連結部, Rockfill 댐의 3 個断面에 對하여 于先各断面을 假定하여 設計條件에 對하여 試算法으로 決定하였으며 設計條件은 다음 6 個項이다.

條件 1 : 常時滿水位 (E.L. 76.50 m) 時 地震力을 考慮할 境遇 (各断面)

條件 2 : 洪水滿水位 (E.L. 80.00 m) 時 地震力을 考慮하지않을 境遇 (各断面)

條件 3 : 貯水池空虛時 地震力을 考慮할 境遇 (콘크리트 重力式댐과 連結部)

條件 4 : 常時滿水位 (E.L. 76.50 m) 에서 低水位 (E.L. 60.00 m) 로 水位急降下時 地震力을 考慮할 境遇 (Rockfill 댐)

條件 5 : 貯水池水位 E.L. 68.25 m 時 地震力을 考慮할 境遇 (Rockfill 댐)

條件 6 : 築造完了直後 貯水池空虛時 地震力을 考慮할 境遇 (Rockfill 댐)

이들에 對한 條件下에 試算에 依해 決定한 各斷面의 安定計算結果는 表-5 (a)~(b)와 같다.

表-5 (a) 콘크리트重力式 斷面의 安定計算結果

條件	區分	結果值		備考
		非溢流部	溢流部	
條件 1	滑動	4.19	4.18	
	轉倒	1.30	1.16	
條件 2	滑動	4.87	4.62	
	轉倒	1.34	1.77	
條件 3	滑動	—	—	
	轉倒	1.12	1.24	

表-5 (b) 連結部斷面의 安定計算結果

條件	區分	結果值	備考
條件 1	滑動	5.43	
	轉倒	1.39	
條件 2	滑動	6.81	
	轉倒	1.64	
條件 3	滑動	—	
	轉倒	9.97	

表-5 (c) Rockfill 壩斷面의 安定計算結果

條件	區分	結果值	備考
條件 1	法面滑動(上流)	1.26 ~ 1.27	
	" (下流)	1.25 ~ 1.26	
	底面滑動	2.38	
條件 2	法面滑動(上流)	1.56	
	" (下流)	1.41	
條件 4	" (上流)	1.32	
	" (下流)	—	
條件 5	" (上流)	1.27	
	" (下流)	—	
條件 6	" (上流)	1.26 ~ 1.39	
	" (下流)	1.25 ~ 1.26	

콘크리트壩의 應力解析, 心壁部의 浸潤線解析, Int-interface 部의 應力計算等은 紙面上 省略한다.

5-2. 材料

5-2-1 콘크리트用骨材

表-6 骨材試驗結果值

區分	單位重量 t/m ³	比重	吸水率 %	마모率 %	定定度 %	軟粒子率 %	有機不純物	# 200 通過量 %	備考
粒骨材	1.82	2.62	1.3	24.1	4.2	3.6	良好	—	
細骨材	1.61	2.62	1.0	—	1.8	—	—	0.3	

表-7 壩콘크리트示方配合表

區分	設計強度 kg/cm ²	最大骨材 mm	Slump 值 cm	空氣量 %	W/C	시멘트 kg/m ³	細骨材 kg/m ³	粒骨材 kg/m ³	포조리스 kg/m ³
外部	160	150	4 ± 1	3 ± 1	50	208	482	1,631	0.520
内部	120	150	4 ± 1	3 ± 1	62	170	531	1,611	0.425

콘크리트用骨材는 本壩를 中心으로 5 km 以內河床 5 個採取場에서 約 600,000 m³를 充當하고, 約 260,000 m³는 岩에서 充當키로 하였다. 骨材에 對한 諸試驗結果值는 表-6 과 같다.

上記 骨材에 依한 壩콘크리트配合表는 表-7 과 같다.

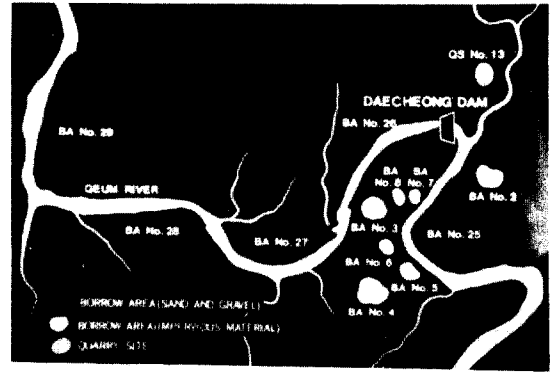


그림-4 築造材料採取場位置平面圖

5-2-2 不透水性心壁材料

Rockfill 壩의 不透水性 心壁材料는 壩上流 2~3 km 地點에서 採取하기로 하였다. 이들의 設計值 및 試驗結果는 表-8 (a)과 같다.

5-2-3 特殊材料

콘크리트壩와 Rockfill 壩의 接合面과 着岩面(Interface)에 使用될 不透性材料는 特殊材料라고 이름 부쳤다.

이 特殊材料는

첫째, 不透水性

둘째, 不算沈下나 地震, piping 抵抗들과 關係되는 Anti-Cracking property

셋째, Crck 發生, piping 과 關係되는 Self Curing property 에 主觀點을 두어 材料의 基準을 決定하였고 現場 및 室內試驗結果에 따라 示方基準을 定하였다. 이것을 要約하면 表-9 (a)(f)와 같다.

表-8(a) 不透水性 心壁材料의 設計值

比重	含水比 %	單位重量 t/m ³				內部 摩擦角度	粘着力 t/m ²	透水係數 cm/sec	備考
		dry	Wet	Saturated	Submerged				
2.74	25	1.45	1.8	1.92	0.92	28	4	5 × 10 ⁻⁶	

表-8(b) 不透水性 心壁材料의 土性

比重	含水比 (%)		最大密度 t/m ³	Liquid limit %	Plastic limit %	P. I. %	水係數 cm/sec
	自然	最適					
2.72 ~ 2.74	20 ~ 25	20 ~ 22	1.61 ~ 1.69	30 ~ 44	20 ~ 30	3 ~ 22	1.5 × 10 ⁻⁷ ~ 9.4 × 10 ⁻⁸

表-9(a) 特殊材料의 設計基準

透水係數 (cm/sec)	# 200 通過量 (%)	含水比 (%)	P. I. (%)	# 4 通過量 (%)	다짐도 (%)	5μ 通過量 (%)
5 × 10 ⁻⁶ 以上	20 以上	Wo + 2 ~ 4	15 以上	0	95 以上	10 以上

表-9(b) 特殊材料의 試驗結果 및 示方 粒度

區分	# 4 通過量 %	# 200 通過量 %	5μ 通過量 %
試驗結果	90 ~ 95	64 ~ 89	11 ~ 52
示方	100	> 20	> 10

以上 過大粒 經材料는 除去型.

表-9(c) Consistency

區分	P. I. (%)
試驗結果	17.43 ~ 28.2
示方	> 15

表-9(d) 다짐

區分	Wopt (%)	Wf (%)	最大密度	다짐도 (%)
試驗結果	18.2 ~ 22.6	20 ~ 25	1.54 ~ 1.71	—
示方	—	Wopt + 2 ~ 4	> 1.45	> 95

表-9(e) 透水係數

區分	K ₁ (現場) cm/sec	K ₂ (試驗室) cm/sec
試驗結果	1.56 × 10 ⁻⁶ ~ 6.31 × 10 ⁻⁷	1.5 × 10 ⁻⁷
示方	5 × 10 ⁻⁶ 以下	—

表-10 Filter 材料의 設計值

比重	含水比 %	單位重量 t/m ³				內部摩擦角度	透水係數 cm/sec
		dry	Wet	Saturated	Submerged		
2.62	10	1.75	1.93	2.08	1.08	33	10 ⁻³ 以上

表-11(a) Rock 材料의 設計值

區分	比重	單位重量 t/m ³			內部摩擦角 (度)
		dry	Saturated	Submerged	
岩	2.70	1.90	2.20	1.20	38
月化岩	2.50	1.95	2.30	1.30	36

表-11(b) Rock 材料의 試驗結果值

區分	比重	吸收 %	摩擦 %	Soundness %	強度 kg/cm ²	內部摩擦角 (度)	彈性波速度 km/sec
岩	2.67 ~ 2.82	0.14 ~ 0.37	16.3 ~ 18.9	2.4 ~ 2.9	1,201 ~ 1,545	43.4	5.17 ~ 5.44
月化岩	2.62 ~ 2.69	0.36 ~ 0.86	32.3 ~ 38.5	3.9 ~ 4.2	1,318 ~ 1,447	37.5	4.38 ~ 4.93

表-9(f) 剪斷力

區分	粘着力 t/m ²		內部摩擦角度	
	C ₁	C _u	φ	φ _u
試驗結果	—	4.2 ~ 8.4		9 ~ 23
示方	4	—	28	

5-2-4 Filter 材料

不透水性 心壁上下流面에 設置할 Filter 는 댐 上下流에서 採取하며 그의 設計值는 表-10 과 같다.

5-2-5 Rock 材料

Rockfill 用 材料는 基礎掘착 및 其他 工事에서 發生하는 岩을 流用하도록 하였다. 當初設計는 掘착岩中 硬岩만을 流用하고 不足分은 採石場에서 開發 供給하기로 하였으나 入札時 代案이 採択되어 댐斷面 1部에 風化岩流用이 許用되어 採石場開發은 하지 않음으로서 工事費를 節減시켰다. 이들의 設計值 및 試驗結果는 表 11 - (a)(b) 의 같다. < 다음호에 계속 >