

것이 곤란하며 댐 파괴등 불의의 재난이 발생할 때 그被害를 줄이거나 미리豫防하는 對策을 樹立하지 못하게 된다.

Ⅲ. 美國의 댐 安全檢査

美國은 1972년에 Buffalo creek 댐이 파괴되어 125名의 人命이 損失된 후 “댐 安全法”이 制定되었다. 이 법에는 美聯邦機關이 管轄하는 댐을 除하고 堤高가 7.6m 以上이나 貯水量이 6.2ha-m 以上인 모든 댐(단 높이에 關係없이 貯水量 1.9ha-m 以下의 댐과 貯水量에 關係없이 높이 1.8m 以下의 댐은 除外)을 美陸軍省 工兵團 책임아래 檢査하도록 되어 있다. 그러나 1977년에 Toccoa 댐이 붕괴되어 39名의 학생과 교사가 죽은 뒤에야 댐 安全檢査를 위한 예산이 확보되었다.

美國에서는 지난 100年동안에 180餘個所의 댐 파괴가 있었는데 40個는 크게 파손되어 폐기되었고 40個는 크게 파손되었지만 보수하였고 100개는 약간 보수하거나 저수위를 낮추어 사용하고 있다. 옛날에 만든 댐일수록 安全性이 적은데 美國 大댐委員會에서 調査한바에 依하면 13.5m(45ft) 以上の 높은 댐 4,918個所中 7%인 349個所가 不安全하였고 여기에는 파괴된 댐이 74個所(1.5%)나 포함되어 있었다. 1850~1930 期間에 築造된 댐의 16%가 不安全한데 比해서 1930年以後에 만든 댐은 4%만이 不安全하여 技術의 發展과 댐 安全과의 關係를 알 수 있다.

1930年代의 土質力學의 發達로 1940年 이후로 만든 댐의 파괴는 전에 비해 75%가 줄어들었다. 미국의 13.5m 以上 높은 댐 5,000餘個所中 3,000餘個所는 1940年 이후에 만들어졌다.

South Fork 댐은 흙댐인데 越流에 對하여 3시간 以上을 견디다가 流失되어 2,000餘名의 人命被害를 냈고 Teton 댐에서는 1976년에 11名의 被害를 냈는데 6時間동안 下流地域에 對해 경고를 하고 대피를 시키지 않았으면 더 큰 人命被害가 있었을 것이다. 그리고 1971년에는 캘리포니아에서 지진이 發生한 후 댐이 파괴될 것을 우려하여 40,000名이 대피한 일이 있는데 지진, 異常洪水等에 依한 댐의 파괴는 下流地域이 開發될수록 더 큰 被害를 준다.

工兵團에서 聯邦機關 管轄이 아니고 人命과 재산에 위협을 줄 가능성이 있는 댐 9,000餘個所中 “댐 安全法”에 依하여 1980年 3月까지 調査한 4,906個所의 32%인 1,563個所가 상당히 不安全하고 그중

70個所는 즉시 보수를 要할 만큼 위험한 상태이였다. 安全檢査가 進行될수록 不安全한 댐의 比率이 커져서 1978년에 20%이던 것이 1979년에는 29%로 增加하였다.

앞으로 工兵團이 9,000여개소의 댐을 모두 檢査하면 2,600餘個所의 不安全한 댐이 발견될 것으로 보이며 이 基準을 全美國의 聯邦 管轄이 아닌 50,000餘個所의 댐에 적용하면 14,500個所 程度의 不安全 댐이 나타날 것이며 이의 5%정도는 파손이나 재난을 막기 위하여 水位低下나 部分的인 人爲의 파손이 必要할 것으로 推定된다.

댐 安全檢査에 依하여 發見된 문제들을 解決하고 보수하는데 必要한 費用은 14,500個所의 不安全한 댐에서 15억弗~75억弗이 所要될 것으로 생각되고 있다.

1930年 以後에 만든 댐의 사고 原因을 찾아보면 많이 發生하는 순서로 다음과 같다. ① 漏水 ② 取水施設의 파손 ③ 斜面의 不安定 ④ 其他原因 ⑤ 不適當한 斜面保護 ⑥ 越流 ⑦ 老朽化 ⑧ 堤塘의 變形

美國에서의 댐 安全檢査는 법에 依하여 그 施行이 보장되고 있으며 또 댐의 建設에 풍부한 經驗이 있는 工兵團이 담당하고 있어 效果의인 檢査가 이루어질 것으로 보이나 檢査에 依해 찾아낸 改善事項을 解決하는데 막대한 예산이 要求되는 것이 큰 問題이다.

Ⅳ. 댐 安全檢査의 主要 技術問題

댐 安全檢査에서 構造物의 各部分에 잘못이나 不足이 있는 경우 그것을 發見하고 安全하도록 處理하는 일도 어려운 일이지만 設計洪水量이 不足하여 생기는 위험, 근처의 山地 地層이 滑動하거나 산사태로 因하여 貯水池가 埋沒되고 댐이 파괴되는 일은 조사하기도 어렵고 豫測하여 미리 對策을 세우기도 어려운 일이다.

美國에서는 댐의 위험도를 下流의 條件에 따라 上中下로 나누고 이 위험도와 댐의 규모에 따라 물넘이 설계홍수량을 決定한다. 댐의 建設年代에 따라 設計洪水量의 基準이 다를 수 있기 때문에 安全檢査時에 설계홍수량이 安全한 범위내에 있는가 확인하여야 한다.

다음은 위험도의 내용을 나타낸 것이다.

위험도	인명손실	경제적손실
下	예상되지 않음(人間居住나 永久構造物 없음)	最少(一時的 구조물 또는 部分的 農業이 있거나 未開發地域)
中	약간(都市圈開發이 되지 않고 住居用 구조물이 약간 있음)	상당한 정도(農業 工業 또는 施設物이 상당히 있음)
上	상당히 있을 것이 예상된다	큼(都市, 工業 또는 農業이 잘 開發된 地域)

위험도는 댐이 파괴되었을 때 下流地域에서 받는 被害의 크기에 따라 定해지는 것으로 낮은 위험도는 피해가 적은 것을 의미한다.

댐의 규모는 높이와 貯水容量으로 決定되는데 높이는 堤體의 最下端부터 最高 貯水位까지이며 容量이든 높이이든 큰 쪽을 擇한다.

댐의 규모	저수용량(ha-m)	높이(m)
小	6~123	7.6~12.0
中	123~6,167	12.1~30.0
大	6,167 以上	30.1 以上

위험도별, 댐규모별 설계홍수량의 기준은 다음과 같다.

위험도	댐의 크기	물넘이 설계홍수량의 기준
下	小	50~100년 빈도
	中	100년빈도~최대가능홍수의 1/2
	大	최대가능홍수의 1/2~최대가능홍수
中	小	100년빈도~최대가능홍수의 1/2
	中	최대가능홍수의 1/2~최대가능홍수
	大	최대가능홍수
上	小	최대가능홍수의 1/2~최대가능홍수
	中	최대가능홍수
	大	최대가능홍수

여기서 最大可能洪水(probable maximum flood)는 어느 地域內에서 合理的으로 可能的 極值의 氣象條件과 水文條件의 組合에 依하여 가장 크게 發生할 것이 期待되는 洪水이다.

이와같은 設計洪水量이 댐에서 安全하게 排除될 수 있으면 그댐은 安全하다고 評價되는데 우리나라

의 農業用 댐은 200년빈도를 많이 쓰므로 이에 대한 檢討가 必要하다고 본다.

특히 오래전에 設置된 댐과 小溜池는 그 基準이 낮게 設計施工되어 항상 파괴의 가능성을 지니고 있다.

댐의 파괴를 完全히 豫防하는 것이 不可能한 것은 事實이므로 다음은 파괴를 前提로 한 對策이 必要하다. 댐이 異常洪水나 지진 등으로 파괴될 때 浸水被害를 받는 部分은 어떤 範圍까지인가? 댐이 파괴되어 물이 흘러나와 下流의 各地點까지 到達하는 時間은 얼마인가? 등의 問題를 미리 豫測해 두어 만일의 경우 대피하여 人命이나 財産의 피해를 最少로 할 수 있도록 준비해 두는 것이 必要하다.

災難은 항상 예고없이 오는 것이지만 댐의 파손에 의한 水害는 댐을 수시로 관찰하고 暴雨, 지진 등 特殊한 現象이 생길때 注意하면 짧은 시간이지만 미리 豫고할 수가 있다.

美國에서는 댐이 파괴되어 큰 洪水가 下流地域을 흘러갈 경우의 洪水流量圖를 求하는 것에 對하여 많은 研究가 되고 있다. 洪水流量圖에 依하여 水害가 미치는 範圍, 水害가 發生하는 時刻를 알 수 있고 댐이 파괴되는 순간의 時間을 알면 대피할 수 있는 시간의 여유를 알게 된다.

댐이 하나의 河川에 연속적으로 여러개 設置되어 있는 경우에는 上流의 댐이 파괴될 때 下流의 댐에 어떤 影響을 주는지 檢討하여야 한다.

貯水池 週邊의 山地는 地層의 滑動可能性, 산사태의 發生等に 對備하여 充分히 調査되어야 한다. 이 調査는 設計時에도 必要하지만 댐 維持管理上 安全檢査의 가장 重要한 項目이 된다.

V. 韓國의 댐 安全檢査

지난 여름 忠北 報恩에 水災가 님을 때 여러개의 小溜池가 파괴되었고 이로 因하여 下流의 部落이나 施設物에 피해가 더 컸고 人命被害도 있었다. 同一地域內에 있지만 近來에 正常的인 技術處理로 만들어진 댐은 安全하였다.

우리나라도 그 동안 많은 댐을 建設하였는데 수명이 오래된 저수지와 適正技術處理를 하지 못한 小溜池는 좀 큰 暴雨가 있으면 언제라도 파괴될 위험한 狀態에 있는 實情이다. 오랜 옛날에 設置된 댐과 小溜池는 設計洪水量의 基準이 낮아 물넘이로

댐의 維持管理와 安全檢査

安全하게 排除할 수 있는 水量이 많지 않아 위험하지만 이것을 파악할 組織的인 安全檢査가 되지 않아 不安全한 댐이 얼마나 있는지 그리고 不安全의 程度는 어떤지 알지 못하고 있고 數年마다 暴雨로 小溜池가 파괴된다.

댐의 파괴에 의하여 생기는 災害는 人爲的인 災害라고 볼 수 있으므로 예방과 對策이 可能한데 우리나라는 이것을 담당하는 機構가 없고 댐을 管理하는 農地改良組合이나 市郡은 그 技術水準이 各各 다르므로 效果的인 安全檢査를 하기 어렵다.

따라서 全國의 댐을 定期的으로 檢査할 수 있는 制度的 장치가 이루어져서 오래된 댐, 小溜池부터 檢査를 施行하여야 한다. 安全檢査를 施行할 技術陣은 全國 地域別, 道別 또는 市郡別로 構成해도 좋으나 常設機構로 할 때는 全國 규모로 힘이 妥當하고 임시 機構로 할 경우는 道別, 市郡別로 힘이 適合할 것이다. 檢査의 統一性을 이룩하려면 큰 규

모로 하는 것이 좋으나 理想的인 것은 市郡別, 農組別로 檢査班을 구성하여 자주 安全檢査를 하는 것이다. 그러나 이것은 市郡 또는 農組의 技術能力이 地質, 電氣, 機械等 모든 것을 갖추지 못하기 때문에 곤란하다.

小溜池의 경우는 機械, 電氣等 特殊技術이 必要하지 않고 간단하게 安全檢査를 할 수 있는 利點이 있다. 中央과 地方의 混成 技術陣으로 安全檢査班을 構成하는 것이 技術水準의 平均的 向上 發展에 도움이 되고 댐의 管理機關 自體가 장차 安全檢査를 할 수 있도록 하는데 기여할 것이다.

우리나라는 아직 댐 安全檢査를 實施하고 있지 못하지만 가까운 장래에 그것이 實現될 것을 믿으며 더 많은 技術者들이 댐의 安全檢査를 通한 合理的인 維持管理를 위하여 研究와 勞力을 아끼지 않아야 할 것이다.