

藤沼ダムの地震被害と技術的課題

Earthquake Induced Failure of Fujinuma Dam and Upgrading the Technology of Safety

○田中 忠次*、龍岡 文夫**、毛利 栄征***

TANAKA Tadatsugu, TATSUOKA Fumio and MOHRI Yoshiyuki

1. はじめに 藤沼ダムは平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震により決壊した。本ダムの本堤は堤高 18.5m、堤長 133.2m のアースダムであり、副堤は堤高 10.5m、堤頂 72.5m の土堰堤であった。本堤、副堤及び導水路の築造は昭和 12 年 4 月に着手され、戦時中に一時工事が中断されたが、昭和 24 年 10 月に竣工した。昭和 52 年から昭和 54 年には藤沼ダムの余水吐と波除工の改修が行われ、昭和 59 年から平成 4 年にはグラウト工による漏水対策や取水設備の改修が実施されている。堤体改修時には、ダム軸において調査ボーリング 6 孔（昭和 58 年～平成 4 年）が実施された。被災後には、新たに 5 孔の調査ボーリングを実施すると共に、現地踏査により堤体盛土・基礎地盤状況を観察した (Fig. 1)。

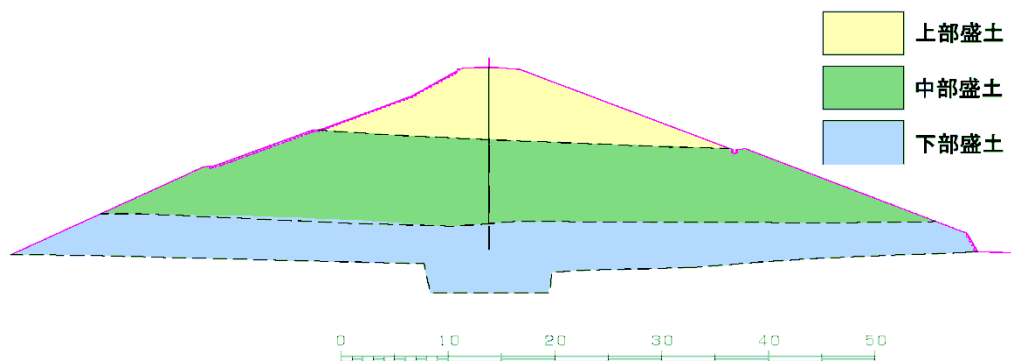


Fig. 1 被災前の堤体材料の分布

Cross section and classification of embankment layer

2. 残存した堤体に関する調査結果 1) 堤体盛土は、土質構成の違いにより 3 層（上位より、上部盛土、中部盛土、下部盛土）に区分できる。(2) 上部盛土は灰白色を呈する粗粒砂主体で、全体に均質な材料からなり、まき出しの痕跡に乏しい。(3) 中部盛土は褐灰色の砂質シルト主体で、黄灰色のシルト混じり砂、ローム質な粘土及び黒～暗灰褐色で腐植質なシルト質砂と 20～30cm 間隔で互層をなし、まき出しの痕跡が明瞭である。(4) 下部盛土はシルト分を含む礫混じり粗～細粒砂主体で、ローム質な粘土及び黒～暗灰褐色で腐植質なシルト質砂と 20～30cm 間隔で互層をなし、まき出しの痕跡が明瞭である。(5) 基礎地盤は、第四紀後期の非火山性堆積物層と第四紀更新世前期の白河層である。(6) 非火山性堆積物層は堤体盛土下の旧河道沿いに分布するほか、堤体左岸の斜面にも小分布する。中～粗粒砂主体で礫、シル

* (一社) 地域環境資源センター The Japan Association of Rural Resource Recycling Solutions

**東京大学・東京理科大学名誉教授 Professor Emeritus, University of Tokyo and Tokyo University of Science

***茨城大学農学部 College of Agriculture, Ibaraki University

キーワード：アースフィルダム、地震災害、堤体すべり

ト及び腐植土を伴う未固結堆積物で堤体左岸の斜面にも小分布する。中～粗粒砂主体で礫、シルト及び腐植土を伴う未固結堆積物であり、河床付近では比較的締りがよい。残存した堤体の掘削調査によるすべりの状況を Fig. 2 に示す。



Fig. 2 堤体すべりの状況を示す断面

One of slides of Fujinuma main dam

すべり安定計算の結果、常時満水位の時に地震力（水平震度 0.15）が加わる条件で、堤体上流側で安全率 $F_s=1.15$ となった。現在の設計基準の許容値 1.2 を若干下回るものの、安全率は一応確保されていることになるが、それにもかかわらず決壊した。なお、粒度特性及び繰返し非排水三軸試験によって求めた結果、液状化抵抗率 FL は 1.75 であり、設計震度 0.15 の場合は液状化しないと判定された。堤体の残留すべりを考慮した動的解析が必要とされる所以である。

3. 復旧ダム 本堤基礎部の縦断掘削ラインは、 N 値 ≥ 20 として概ね弱溶結凝灰岩の上面および $50 \leq N$ 値の上面とした。復旧ダムは Fig. 3 に示すような中心遮水型アースフィルダム、堤高は旧堤の 18.5m に対し 31.4m である。基礎部の掘削を行い、安全性を確保した結果である¹⁾。

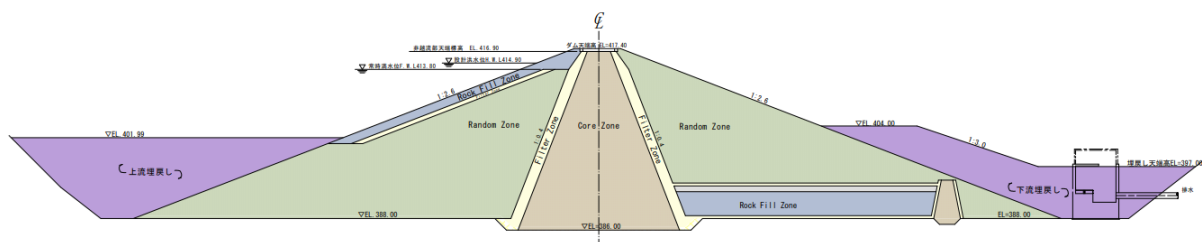


Fig. 3 復旧ダム（本堤）中心遮水型アースフィルダム（堤高 31.4 m）

Reconstructed Fujinuma main dam (Height is 31.4 m)

4. まとめ 決壊原因の究明に向け、残存する堤体盛土の調査・分析により土質性状を把握するとともに、ダム築造時、改修時等の評価や被災前の堤体の安定性の照査を行った。また、復旧ダムにおいては、耐震性を向上させるため、詳細な動的解析、堤体材料の新たな締固め管理を実施した。

引用 1) : 田中, 龍岡, 毛利 (2018), ダム工学 23(2), 99-114