

平成24年 1月25日

藤沼湖の決壊原因調査

報告書

(要旨)

平成24年1月25日

福島県農業用ダム・ため池耐震性検証委員会

藤沼湖の決壊原因調査

報告書（要旨）

I はじめに

藤沼湖（須賀川市江花字田向地内）は、簀ノ子川上流右支川内に位置する農業用貯水池であり、簀ノ子川本流より導水路で取水している。また、貯水池右岸の鞍部には副堤が築造されている。藤沼ダム、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。藤沼ダムは堤高18.5m、堤頂長133.2mのアースダムであり、副堤は堤高10.5m、堤頂長72.5mの土堰堤である。

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た。

藤沼湖から取水された農業用水は下流の837haを灌漑し、維持管理は江花川沿岸土地改良区が行っている。

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震（発生時刻14時46分、M9.0）により藤沼ダムは決壊し、流出した多量の水が下流域の集落に達して、死者7名、行方不明者1名の惨事を引き起こした。なお、同地震により県内では約750箇所でフィル型式の農業用ダム・ため池が被災した。

このため、県はフィル型式の農業用ダム・ため池の耐震性検証を目的として、同年8月4日に学識経験者等で組織する「福島県農業用ダム・ため池耐震性検証委員会」を設立した。また、同委員会は、特に甚大な被害をもたらした藤沼ダムの決壊について、その原因究明を目的とした調査・検討を行った。

第1回の検証委員会を、設立と同時の同年8月4日と8月5日に開催し、それ以降平成24年1月25日の第5回検証委員会まで、現地調査も行いながら、藤沼ダム及び副堤の損壊状況、被災前の堤体の耐震性把握、地震動に伴う堤体決壊のメカニズム等について鋭意調査・検討してきた。

本報告書は、検証委員会が実施してきた決壊原因の究明について報告するものである。

II 藤沼ダム（本堤）・副堤の被災状況調査結果

決壊した藤沼ダムと損壊した副堤について調査した結果、以下の状況が確認された。

- (1) 藤沼ダムでは上部盛土の大部分が流出し、中部～下部盛土の下流側もほとんど流出した。
- (2) 構造物の移動状況から、藤沼ダムでは初めに堤体上部の石積みが貯水池側へ崩落し、その後、堤体中央からやや右岸よりの部分で波除工構造物が大きく貯水池側へ移動した。(図-1)
- (3) 残存する滑落崖、すべり面、及び移動層の状況から、貯水池側及び下流側に堤体すべりが発生したことが確認された。(図-2)
- (4) 副堤では、貯水池側へ幅5.5m、長さ2.5m、深さ3m以上の堤体すべりが発生し、その前縁で二次すべりが生じた。(図-3)

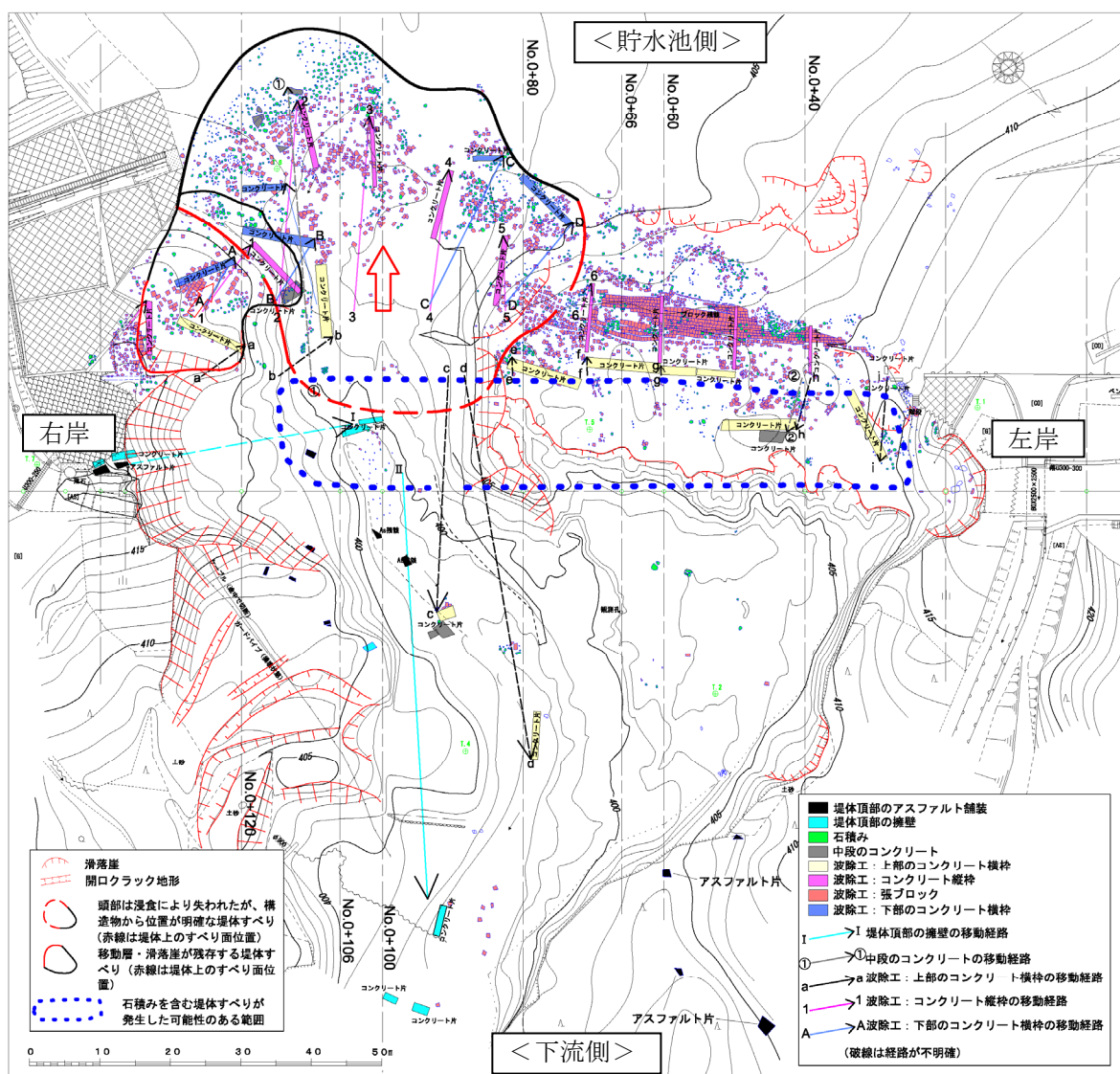


図-1 藤沼ダム（本堤）の構造物移動状況

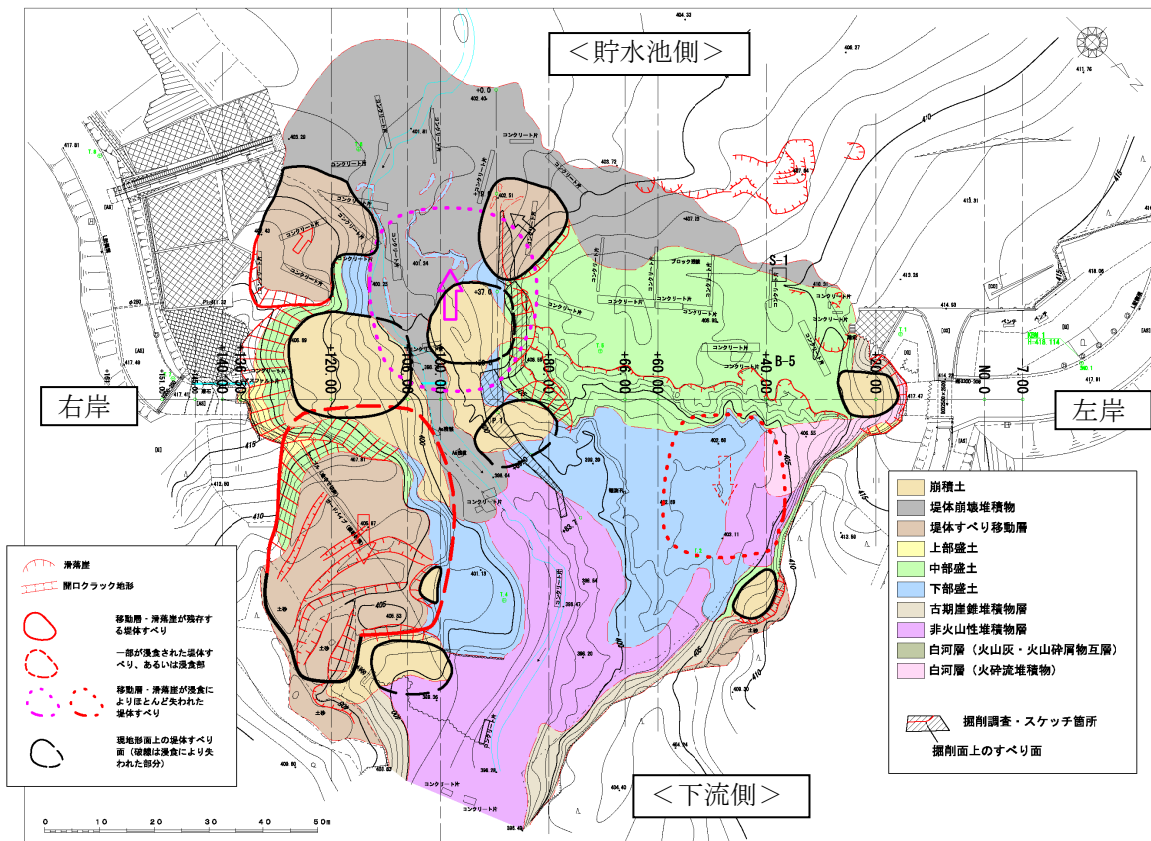


図-2 被災後の藤沼ダム（本堤）地質平面図と地形・地質から想定される堤体すべり

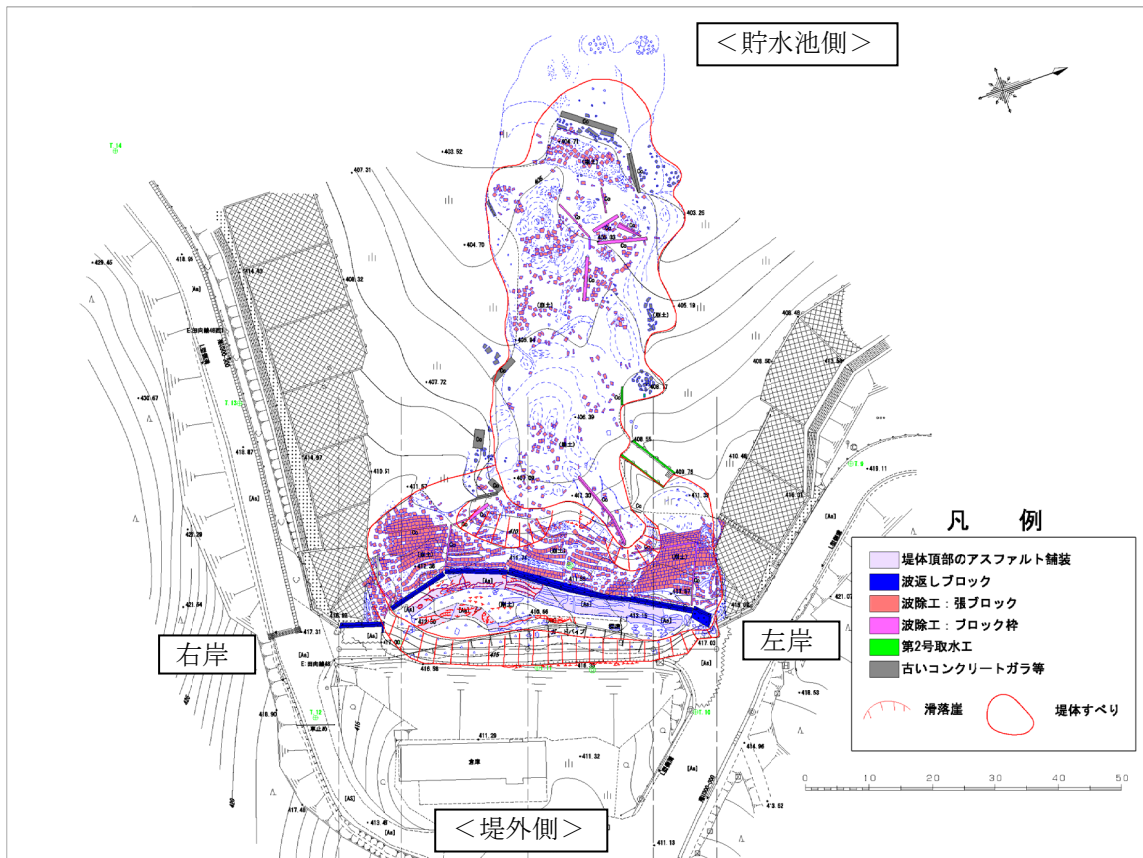


図-3 副堤の構造物損壊状況と堤体すべり

Ⅲ 調査・評価・安定性照査結果

藤沼ダムの決壊原因を究明するため、下記に示す調査・評価及び安定性照査を実施した。

- ① 堤体盛土の分布・性状を把握するための現地調査、土質試験
- ② ダム築造時に関する調査・評価
- ③ ダム改修に関する評価
- ④ 被災前の点検による堤体健全度の評価
- ⑤ 現行基準に照らし合わせた安定性照査

調査・評価及び安定性照査結果については、以下のとおり。

【堤体盛土の分布・性状を把握するための現地調査、土質試験】

被災後の堤体に関する現地調査・ボーリング調査等を行った結果、藤沼ダムの堤体は3層に区分され、中部盛土と下部盛土では20～30cm間隔で層状にまき出した明瞭な構造が認められた。上部盛土は全体に均質な砂分に富む材料からなり、明瞭なまき出しの痕跡に乏しい。

【ダム築造時の状況】

施工に携わった方々への聞き取り調査、現地調査による検証等から、同ダムは当時の一般的な施工方法・技術レベルで施工されたものであり、当時の技術水準に即して築造されたものと考えられる。

しかし、上部盛土は工事中断後、戦争直後の施工条件が悪い時期に施工された盛土であると考えられる。

【ダム改修に関する評価】

藤沼ダムの改修では、当時の一般的な工法から選定した漏水対策が施工され、その効果は施工中～施工後の漏水量観測及び浸潤線観測により検証されており、止水効果が発揮されていたものと判断する。

【被災前の点検による堤体健全度の評価】

藤沼ダムの管理者による日常点検や定期点検において、堤体に異常は認められていない。したがって、日常点検や定期点検の範囲では堤体が安定な状態であったものと判断する。

【現行基準に照らし合わせた安定性照査】

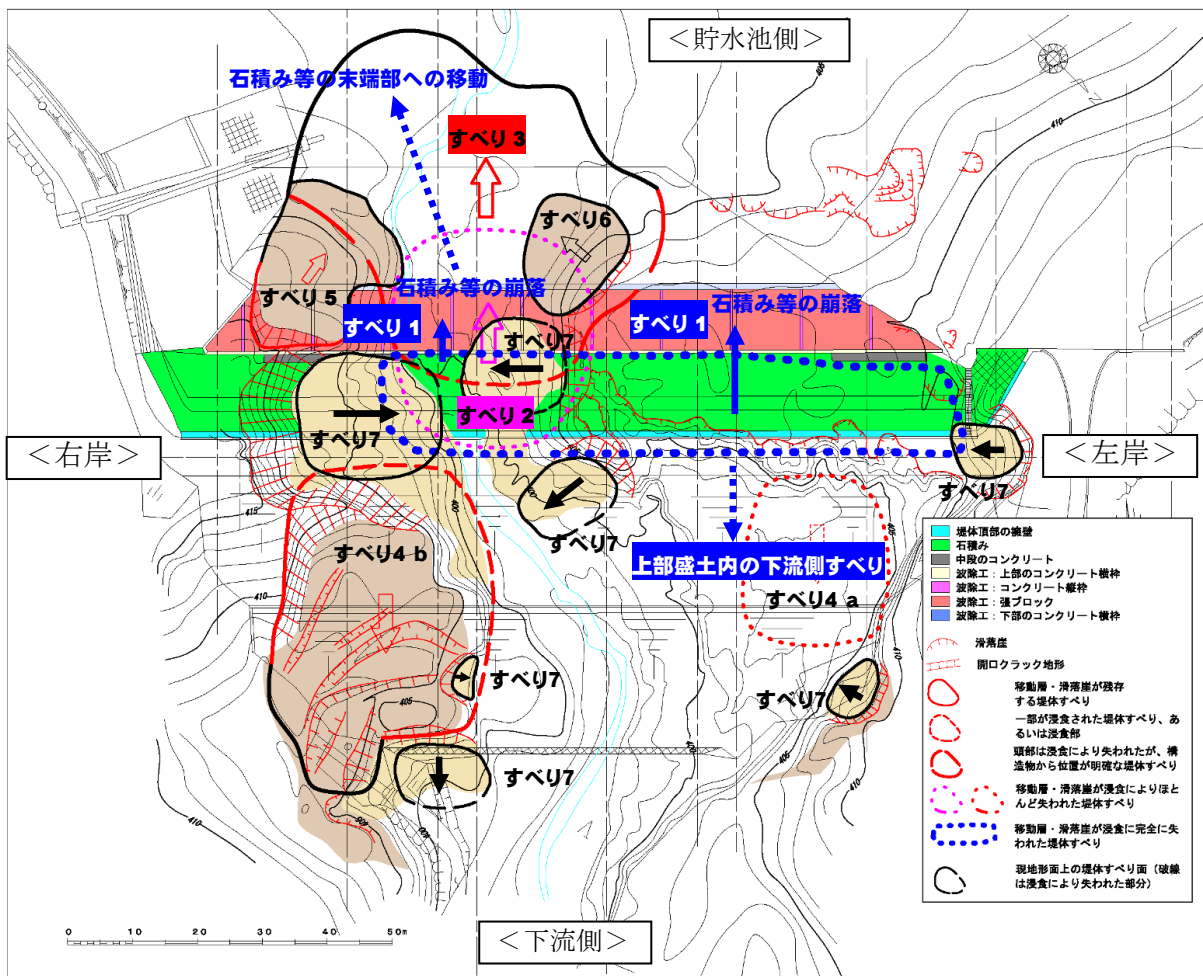
現行基準により被災前の堤体安定性について照査した結果、常時満水位時に地震力を加えた検討では、堤体上流側でのすべり安全率 F_s が1.15と1.2を下回るものの、堤体の安定性を確保するために、特別な対策を講じなければならない状態ではなかったと判断する。

IV 堤体の決壊メカニズム

現地調査結果を総合すると、藤沼ダムでは大別して7段階の堤体すべりが発生した（図－4）。これらの堤体すべりのうち、初期に発生した貯水池側へのすべり1とすべり2は、その後の堤体越流・浸食を誘発し、堤体の決壊を引き起こした。上部盛土で発生したすべり1は、貯水池側に残された構造物から示唆されるものであり、すべり移動層等は流出して全て失われている。しかし、土質試験結果により得られた解析用物性値を基に、繰り返し荷重による強度低下を考慮した地震時変位量解析（修正ニューマーク法）を行った結果、この堤体すべりの存在が示された。

堤体決壊（越流の開始）のプロセスについては、すべり1とすべり2の下流側に副次的なすべりが発生したケースや、止水効果の低下に伴い上部盛土内で下流側へのすべりが発生したケースなど複数のケースが考えられる。

上部盛土が広い範囲で比較的短時間に失われたことを考慮すると、これらのプロセスが複合して発生し、それが越流の発生の原因となり、さらに越流による堤体浸食の速度を高めた可能性がある。



図－4 藤沼ダム（本堤）における堤体すべり総括図

堤体すべり名は、想定される発生順に命名

V 藤沼ダムの決壊原因

藤沼ダム決壊の素因は上部盛土と中部盛土の状態にあり、その誘因は強い地震動とこの強い地震動が長時間継続したことであると判断する。

なお、本委員会では、現地調査、土質試験及び解析的手法による検証結果を総合し、下記の知見を得た。

- (1) 地震応答解析によると堤頂部の地震動が最大4.42 g a lに達し、かつ「5.0 g a l以上の地震動が100秒間も継続した」過去に経験したことのない地震動であったこと。
- (2) 堤体は全体的に締固め度が近代的な施工方法と比較すると小さく、地震時に非排水条件になると堤体盛土の強度は小さい。特に、砂分に富む材料からなる上部盛土は、水で飽和されている部分があり、今回のような地震動をうけるとさらに強度低下を示すことが判明したこと。
- (3) 本堤の上部盛土と類似する材料からなる副堤でも堤体すべりが発生しており、砂分に富む盛土の土質が本堤の決壊原因の一つであると言えること。
- (4) 副堤の堤体盛土に発生したすべりでは、その底面が施工時期の異なる盛土の境界に規制されており、本堤においても施工時期の違いによる盛土の締固め度の違いがすべりの発生に関与している可能性があること。

VI おわりに

本検証委員会では、藤沼ダムの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。

堤体の決壊メカニズムについては、現地調査による構造物の損壊・移動状況や堤体すべりの分布状況及び調査・検討の結果を基に決壊プロセスを推定し、詳細な解析による検討を行うことにより決壊原因を推察した。

今回の検証により、施工年次の古いフィル型式のダム・ため池の中には、その当時の一般的な方法・技術水準で施工され、点検で異常が見られない場合であっても、築堤材料や締固め度によっては、今回のような強い地震動で崩壊する可能性が内在していることが判明した。

このため、本検証委員会としては、今回の藤沼ダムの決壊原因の究明を通して得られた知見が、農業用ダム・ため池の耐震性をはじめとする安全性に関する評価技術を高めることに寄与することを願うとともに、県民の安全・安心の向上に役立てば幸いである。

福島県農業用ダム・ため池耐震性検証委員会

役 職	氏名	所 属 等
委員長	田中 忠次	社団法人地域環境資源センター 理事長
委員	龍岡 文夫	東京理科大学 理工学部教授
委員	毛利 栄征	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 施設工学領域長