

基礎地盤が流失したため池の災害復旧設計

-新居浜市臼切池^{うすきり}での対応-

株式会社 愛媛建設コンサルタント ○片岡公一 田中成樹

1. はじめに

臼切池は、平成16年に度重なる台風の来襲により大規模な被害を生じた。台風15号の集中豪雨(日雨量:189mm)により下流法面の約30m区間が滑落し、続く台風21号(299mm)と台風23号(320mm)により滑落部の基礎地盤が崩壊・流失した(図-1)。

本稿は、基礎地盤と堤体の一体型復旧工法の検討設計について述べたものである。

2. ため池の概要

臼切池は、愛媛県新居浜市内東部の丘陵地に位置し、南北に伸びる谷筋の出口に築造されている。築造後300年以上が経過していると推定される。

- ・ 堤高, 堤長, 堤頂幅
: H=8.4m, L=126m, B=3.7m
- ・ 計画洪水量 : 8.46m³/s
- ・ 貯水量 : 18,000m³
- ・ 受益面積 : 22.9ha

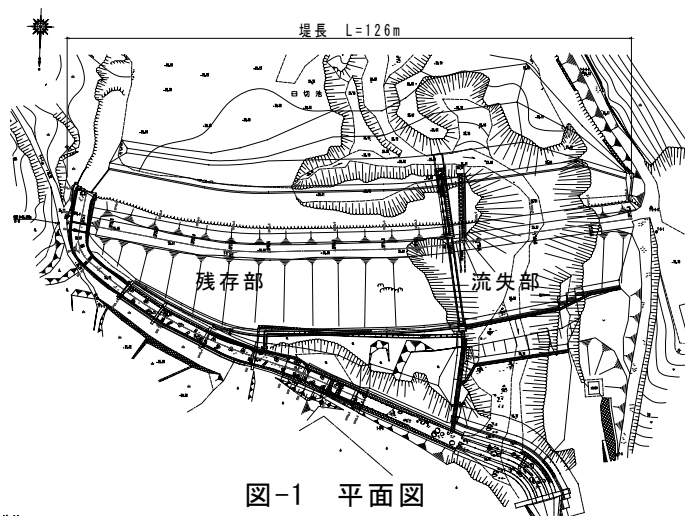


図-1 平面図

3. 堤体の復旧計画

旧堤体の残存部においても多数のパイピングが確認されたため、堤体全体を対象として傾斜遮水ゾーン型による堤体の復旧を計画した(図-2)。

検討断面として旧堤体の残存部と流失部の2断面を選定し、購入土・旧堤体と基礎地盤の三軸圧縮試験によるせん断強度を用いて堤体の安定計算を行った。

安定計算の結果、残存部の法面勾配は上流1:2.0, 下流1:1.8と堤高に対して妥当な値となり、旧堤体とほぼ同一の断面形状となる。

しかし、流失部においては、基面からの高さが12.0m以上あることから、法面勾配は上流1:2.3, 下流1:2.7と大幅な緩勾配化が必要となった(図-3)。

このため、貯水量や下流側農地の減少等の問題が生じるとともに、堤体断面が大きく異なることで地域住民が不安感を抱くことが懸念された。地域住民の同意を得て速やかに復

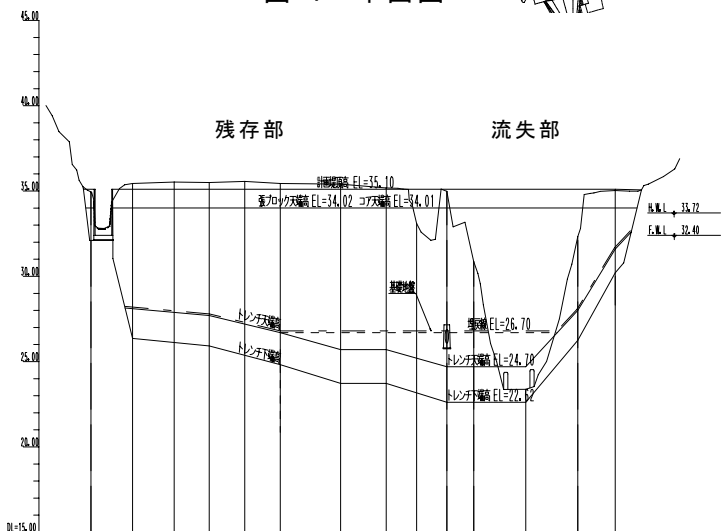


図-2 縦断面図

旧に着手すると共に下流側農地を保全する上で、流失した基礎地盤に強度の大きな土質材料を用いて流失部と残存部を同一の断面形状で復旧することが課題となった。

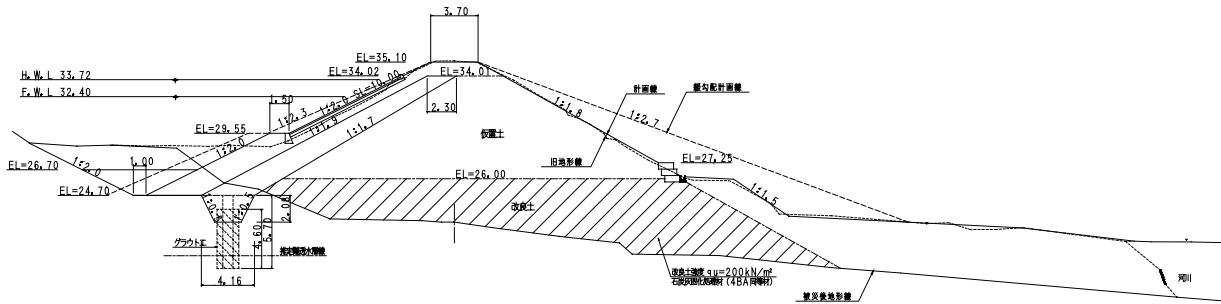


図-3 標準断面図(流失部)

4. 盛土材の選定

(1) 設計時点の検討

基礎地盤の流失部分については、大きな強度をもつ盛土材とするため固化材を添加した改良土を、上部のサヤ土には災害で発生した仮置土の採用を検討した(図-3)。

改良土は、セメント系固化材の添加が一般的で

あるが、ここでは、必要となる改良強度が $qu=200\text{kN/m}^2$ 程度と小さいため、市内の火力発電所から発生する石炭灰のリサイクル品を採用した。石炭灰は、セメント系固化材と比べ添加量が多くなり改良強度も小さいが、最大配合 200kg/m^3 とした場合 $qu=300\text{kN/m}^2$ 程度の強度は見込まれ、ため池における必要な改良強度を満足する。材料単価は 900円/t と安価であり、セメント系(最小添加量 50kg/m^3 , $13,000\text{円/t}$)の4倍を添加しても材料費は1/3程度である。

仮置土は、災害の現場から発生した崩壊土砂であり、細粒分まじり砂質礫に分類され十分なせん断強度があった。室内透水係数も $k=7.08 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ とサヤ土として望ましい値であった。

なお、改良土は基礎地盤での部分的な使用であり、地震時の挙動や在来地盤とのなじみ等の不明確な問題が考えられた。改良土の下面は礫混り砂層でありフローティング基礎となるため、改良土と周辺地山との強度差により地震時に不同沈下・クラック等の発生が懸念され、本来は土による施工が望まれた。

(2) 施工時点での検討

復旧工事の実施時点において、仮置土は災害の事後処理により他現場への流用が進み、仮置場には木片・転石等の不純物が多く含まれる部分が残り良質土が不足する事態となった。このため、仮置土の使用を断念し、新たにサヤ土を確保する必要が生じた。

新たな土取場として着目したのは、ため池西側に隣接する斜面(休耕樹園地)であった。

表-1 土質定数

区分	飽和重量 kN/m^3	湿潤重量 kN/m^3	内部摩擦角 度	粘着力 kN/m^2	透水係数 cm/sec
コア土(購入)	18.7	17.1	29.6	10.93	1.86×10^{-6}
サヤ土(流用)	19.5	17.8	34.3	4.6	1.29×10^{-6}
サヤ土(仮置)	21.4	20.0	37.4	8.0	7.08×10^{-4}
改良土(流用)	19.5	17.8	0.0	100.0	-
採取土(隣接斜面)	19.5	17.9	36.0	7.2	2.84×10^{-6}
基礎地盤(残存部)	19.0	18.0	42.0	2.9	3.52×10^{-4}

当初は、硬質な玉石・転石を多く含むことから築堤材料の採取効率が悪いとみられたが、踏査した結果、斜面には段丘堆積物が厚く分布することが把握され、強風化のクサリ礫も含み大きなせん断強度も見込まれた。必要土量を確保するためには広範囲の採取が必要であるが、地権者の同意も得られ採取が可能となった。

なお、隣接斜面の採取土は土質試験により大きなせん断強度が確認され、改良土の代用が可能であると考えられた。堤体の安定計算により土の組合せを検討し、基礎地盤に隣接斜面の採取土を用いれば残存部と同一の断面で安定性が確保されることが確認された。

5. 堤体透水性の検討

隣接斜面の採取土の透水性は小さく購入土と同等で、復旧堤体は均一型となり、浸潤線が残存部の傾斜ゾーン型と異なることから、浸透流の不均一性の影響が懸念された。

水平ドレーンによる浸潤線の低下を検討したが、部分的なドレーンの設置は浸透水の集中を招き、堤体の安定性に及ぼす影響が大きいと判断し採用を避けた。そこで、設計上は均一型として安定計算を行い、堤体の安定性を確認した(図-4)。

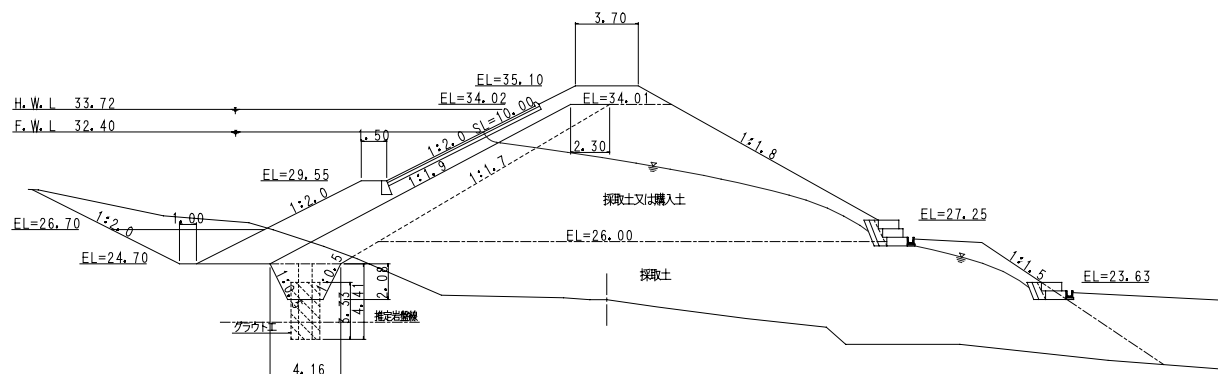


図-4 標準断面図(施工断面)

更に安定性を向上させるために、土の締固め特性を活用して施工管理によりゾーニングの効果を図る施工計画とした。即ち、施工時に採取土の含水比を若干乾燥側(-5%以内)にすると共に、締固め密度D値を90~95%に入念に管理し、締固め時の土の飽和度を70%程度に保つことにより、湿潤側で締固めた場合に比べて1オーダー以上大きな透水係数が得られることを意図した。

しかし、施工においては採取土の締固め特性が良く、サヤ盛土の転圧回数を少なくしても締固め密度が大きくなり、十分なゾーニングの効果は得られなかった。

6. おわりに

今回は、近隣の斜面からせん断強度の大きい築堤材料が採取され、基礎地盤に改良土を使用することなく採取土により施工ができた。改良土の採用については、施工時点までに堤体盛土への実績がなく、試験施工を行う期間的・予算的な余裕もなかったため安全側への配慮を優先した。しかし、一般のため池改修においても強度の大きい土質材料を必要とするケースが多い。地盤改良材を添加した改良土や異なる土質材料を混合した混合土等の試験施工データを蓄積し、安価で安定した品質での供給が行えれば、今後のため池改修において有効であると考えられる。

最後に、ご指導・ご協力を頂きました関係各位に謝意を表します。