

イタリア北部スタバにおけるダム決壊について

岐阜大学工学部 正会員 宇野尚雄  
岐阜大学工学部 学生会員 ○杉浦宏実

1. まえがき

1985年7月19日イタリア北部Stavaの螢石鉱さい堆積場として知られる Tailings Dam が決壊し、約600m下流のスタバ川に泥流として流下し、川沿いのホテル3軒、民家44軒及び避暑客ら268名を呑み込み、約4km下流の Avisio 河との合流点に、約15万 $m^3$ が堆積するという惨事が発生した。日本からは京大防災研の村本、高橋両教授と岐阜・宇野の3名が文部省・自然災害特別研究(1)、突発災害調査の機会を与えられ、宇野はダムの決壊機構の究明に当ることとなった。本報告は現在(86年12月)までの調査結果の概要を述べる。

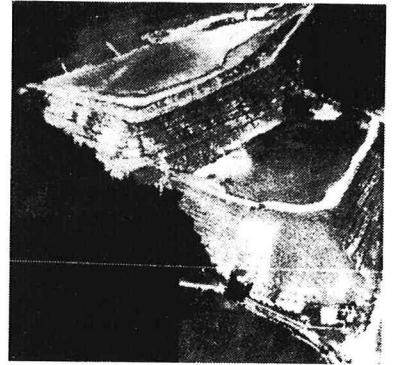


写真-1 決壊前のダム

2. テイリングダムの決壊要因と決壊機構

ダムは写真-1 (イタリアの新聞報道されたもの)のように上下2段に築造され、下ダムは1961年に、上ダムは1975年に建設され、いわゆる内盛り方式のテイリングダム(通産省では“鉱さい堆積場”)とあり、下ダムは22m、上ダムは33mの高さに達し、法面勾配は約34°、ダムと堆積容積の総量は約40万 $m^3$ と推定されていた。決壊の徴候はほとんどなく、法面法尻からの浸出水も観察されず、事故の前々日に23mm/dの雨はあったが、越水もせず、崩壊後のダムを見上げた目撃者の話によると、白雲が立昇、といった言われ、ダム表面は乾燥していたようである。しかし、堆積していた土砂は泥流として、多量の水を含んで段波のごとき勢いで6~11分間で約4kmを流下した。

決壊後に残ったダム部分は上ダムの中央部約100mを除く両側の部分で、上流から下流に向って中央より左岸寄りの部分が深く、削られた。この部分と残存ダムを下から見たのが写真-2である。粘性分も若干含まれているが、細砂とシルトが主要な土質となっている。

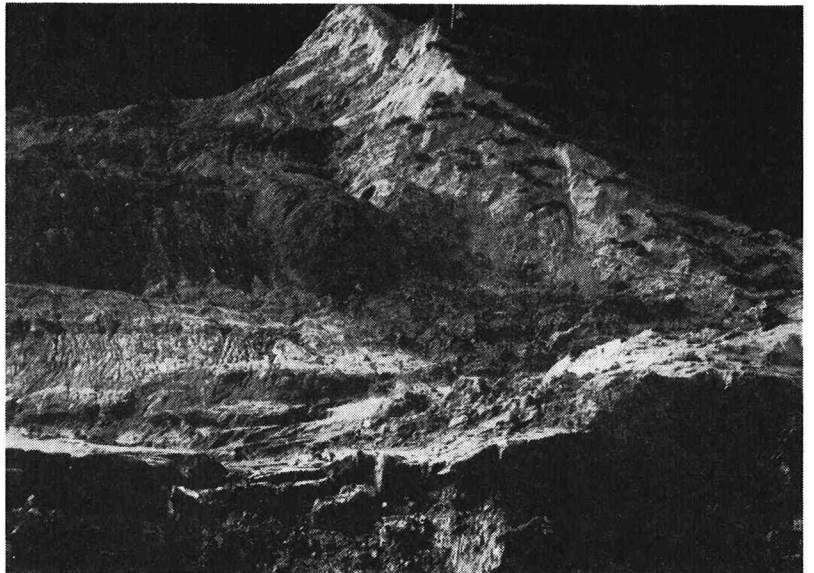


写真-2 上ダムの左岸側決壊部

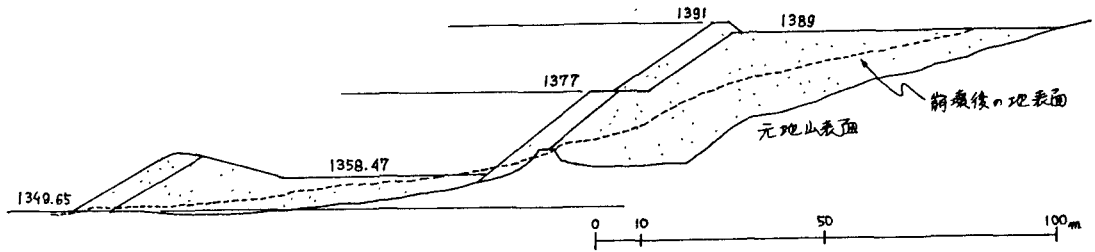


図-1 Stavaのテイリングダムの決壊断面

図-1は写真-2の深くすべ、た部分の断面(推定)図である。決壊原因の調査はイタリアでは裁判所管轄の下に行なわれていて、学者らにより異なった見解も出ている。それらを含めて、まとめると次の5ケースのメカニズムが考えられる。

(1) 2mの築造嵩上げ原因説(今年5月頃から堆積容量を増すため、ダム本体の2m嵩上げ工事中だ。た。載荷重がダム強度を越していた可能性)

(2) 降雨・湧水原因説(前々日の23mmの雨量はこの地では大きく、地山からの湧水も増え、スライム液状化した)

(3) (2)と同様であるが、湧水が④上ダムの基礎堤部から湧水圧を発生させ、上ダム堤体法尻部崩壊、⑤上ダム本体(山土を盛る)の内側に発生したかも知れないという間隙水圧説。

(4) 排水管路閉塞事故(今年1月)説

(5) ダム本体の近くまで湛水面があり

水圧荷重としてダムを不安定にさせたヒミツ説。

表-1 ダム堤体、スライム(堆積土砂)の土性

| 土試料                                  | No.1          | No.2          | No.3          | No.4          | No.5          | No.6    |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| 採取場所                                 | 斜面地山          | 上ダム堤体         | 上ダム堤体         | 堆積スライム(貯砂池)   | 上ダム決壊付近の細粒土   | スライム    |
| 土質名称                                 | シルト質砂(SM)     | シルト混じり砂(S-M)  | シルト混じり砂(S-M)  | シルト(ML)       | シルト(ML)       | 粘性土(CL) |
| Gs                                   | 2.605         | 2.731         | 2.718         | 2.817         | 2.838         |         |
| (粒度)                                 |               |               |               |               |               |         |
| 礫分(%)                                | 25            | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       |
| 粗砂(%)                                | 32            | 1.6           | 1             | 0             | 0.4           | 0       |
| 細砂(%)                                | 23            | 66.4          | 64            | 10            | 2.6           | 3.5     |
| シルト(%)                               | 14            | 30            | 33            | 88            | 82            | 62.4    |
| 粘土(%)                                | 6             | 2             | 2             | 2             | 15            | 34.1    |
| 最大粒径                                 | 19.1mm以上      | 0.84mm        | 0.84mm        | 0.25mm        | 0.84mm        | 0.1mm   |
| コンシステンシー                             |               |               |               |               |               |         |
| w <sub>L</sub>                       |               |               |               | 22.6          | 34.2          |         |
| w <sub>p</sub>                       |               |               |               | 18.7          | 21.1          |         |
| I <sub>p</sub>                       |               |               |               | 3.9           | 13.1          |         |
| pH                                   | 7.1           | 7.4           | 7.5           | 7.55          | 8.3           |         |
| 電気伝導度(μS/cm)                         | 903           | 172.5         | 175.1         | 333           | 157.3         |         |
| (強度) — 直接せん断試験(乾燥試料に对して)             |               |               |               |               |               |         |
| 粘着力 c (kg/cm <sup>2</sup> )          | 0.19          | 0.14          | 0.14          | 0.15          | 0.13          |         |
| φ (度)                                | 37°           | 33°           | 33.5°         | 36°           | 40.4          |         |
| γ <sub>d</sub> (kg/cm <sup>3</sup> ) | 1.48<br>~1.51 | 1.49<br>~1.61 | 1.56<br>~1.57 | 1.51<br>~1.60 | 1.30<br>~1.46 |         |

これらを検討するため、現在、採取土砂の力学試験を進めているが、表-1のようである(一部)。これに基づき、すべり安定解析・透水解析を進めつつ、飽和試料の圧密透水試験も行ない、堆積砂の状態を特定して、決壊のメカニズムを究明したいと考えている。ダム内の浸潤線の観測井などの安全管理上の点検施設がなかったことが一つの反省点として議論されている。