

電気事業法第106条第3項の規定に基づく報告徴収
に対する報告について

平成27年1月29日

東京電力株式会社

目 次

1. 事故の状況（事故発生前における運転状況、体制等を含む。）
2. 他に与えた被害の状況及び当社の対応状況（道路等の復旧状況を含む。）
3. 事故原因分析（調査の方法、事故時の判断・対応、技術基準適合状況及び保安規程遵守状況を含む。）
4. 再発防止対策（他の水力発電所を含む。）

添付資料

- 別紙 1 : 中津川第一発電所 設備概要
- 別紙 2 - 1 : 事故時の対応・判断（中津川第一発電所トラブルに係る時系列）
- 別紙 2 - 2 : 中津川第一発電所 水位・流量データ
- 別紙 2 - 3 : 中津川第一発電所 監視設備概要
- 別紙 3 - 1 : 中津川第一発電所 周辺気象観測データ
- 別紙 3 - 2 : 中津川第一発電所 水系概要図

本書は、平成27年1月15日に受領した「電気事業法第106条第3項の規定に基づく報告徴収について」（平成27年1月15日付20150113産保東第5号）に基づき、中津川第一発電所導水路からの溢水事故の状況、他に与えた被害状況及び対応状況、事故原因分析、再発防止対策について報告するものです。

1. 事故の状況（事故発生前における運転状況、体制等を含む）

1-1 事故発生前における運転状況

平成26年12月17日中津川第一発電所については、2号機 7,000kW、3号機 7,000kW、合計 14,000kW で運転していた。

上流の切明発電所は制圧機配管の補修作業のため、平成26年12月15日～19日の5日間の工程で停止していた。これに関連して、作業の安全を確保するため、中津川第一発電所の沈砂池は抜水しており、沈砂池に設置したスクリーンは通過しない経路で取水していた。

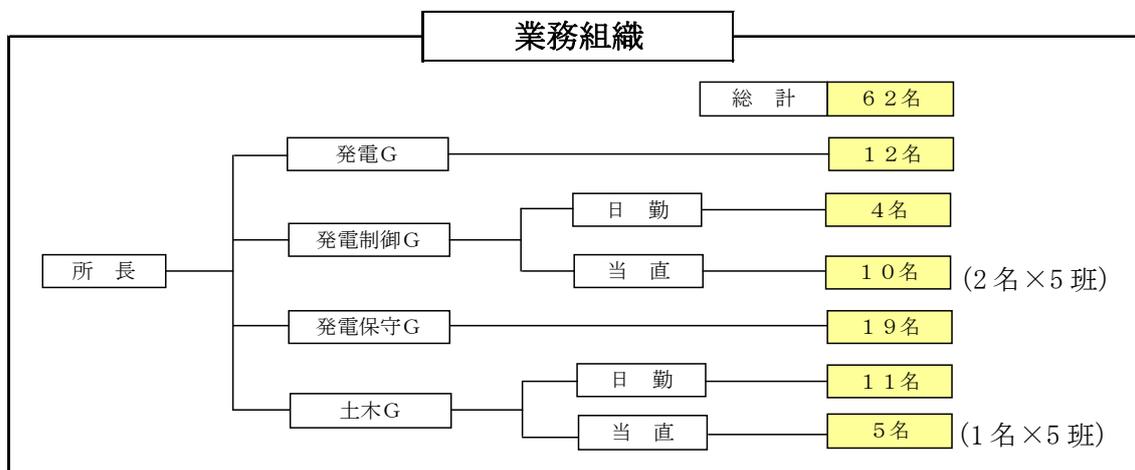
平成26年12月17日の日降雪量は、高野山調整池での当社観測記録によれば90cmであった。最寄りの気象観測所である津南町の日降雪量は75cmで、12月の降雪としては8～9年に1度の確率の降雪量であった。

【中津川第一発電所】（概要を別紙1に示す）

- ・設置場所 : 新潟県中魚沼郡津南町
- ・最大発電出力 : 126,000kW
- ・最大取水量 : 12.9m³/s
- ・最大使用水量 : 36.44m³/s
- ・運転開始 : 大正13年9月
- ・トンネル延長 : 16.2km（取水口から0.4km～16.6km）
- ・トンネル内径 : 2.9m

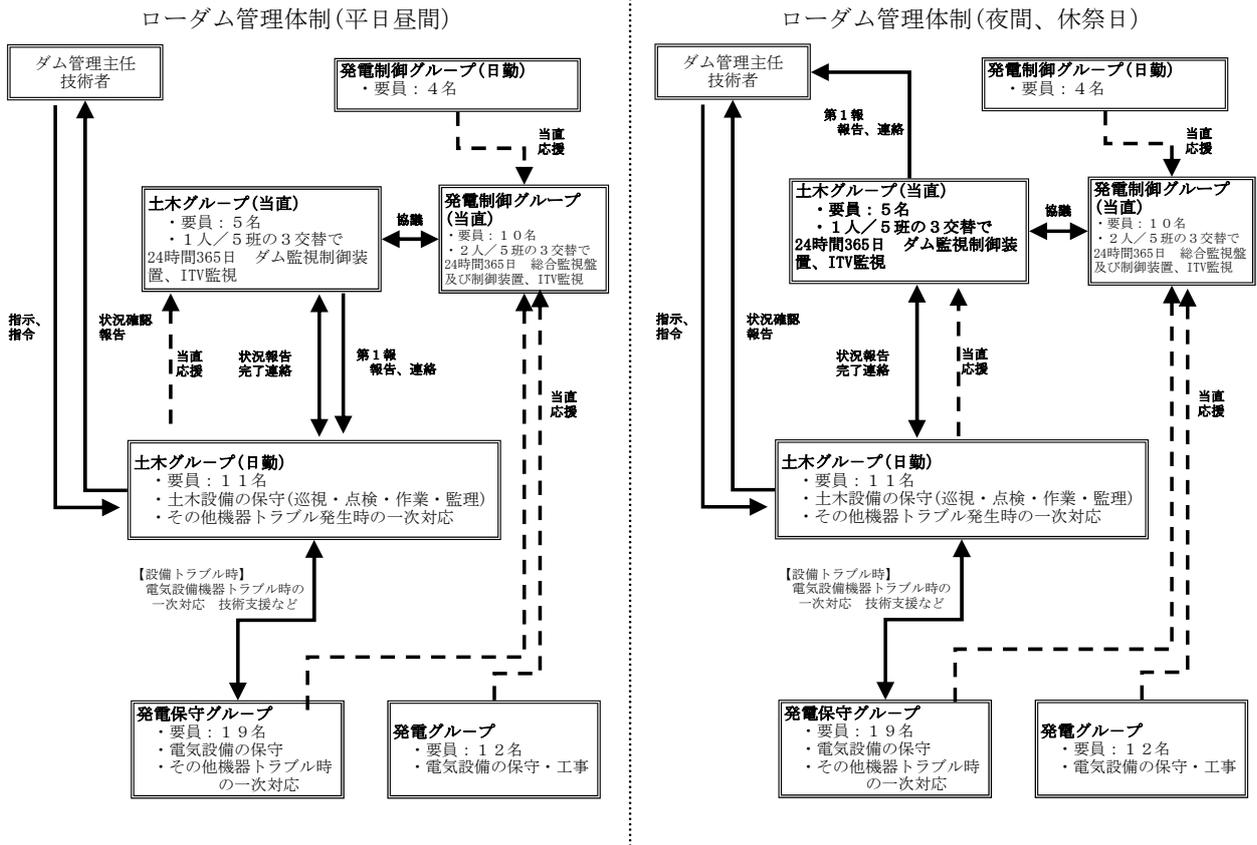
1-2 管理体制

信濃川電力所 信濃川総合制御所は所長以下62名が在籍している（平成26年12月時点）。信濃川総合制御所の業務組織体制を以下に示す。

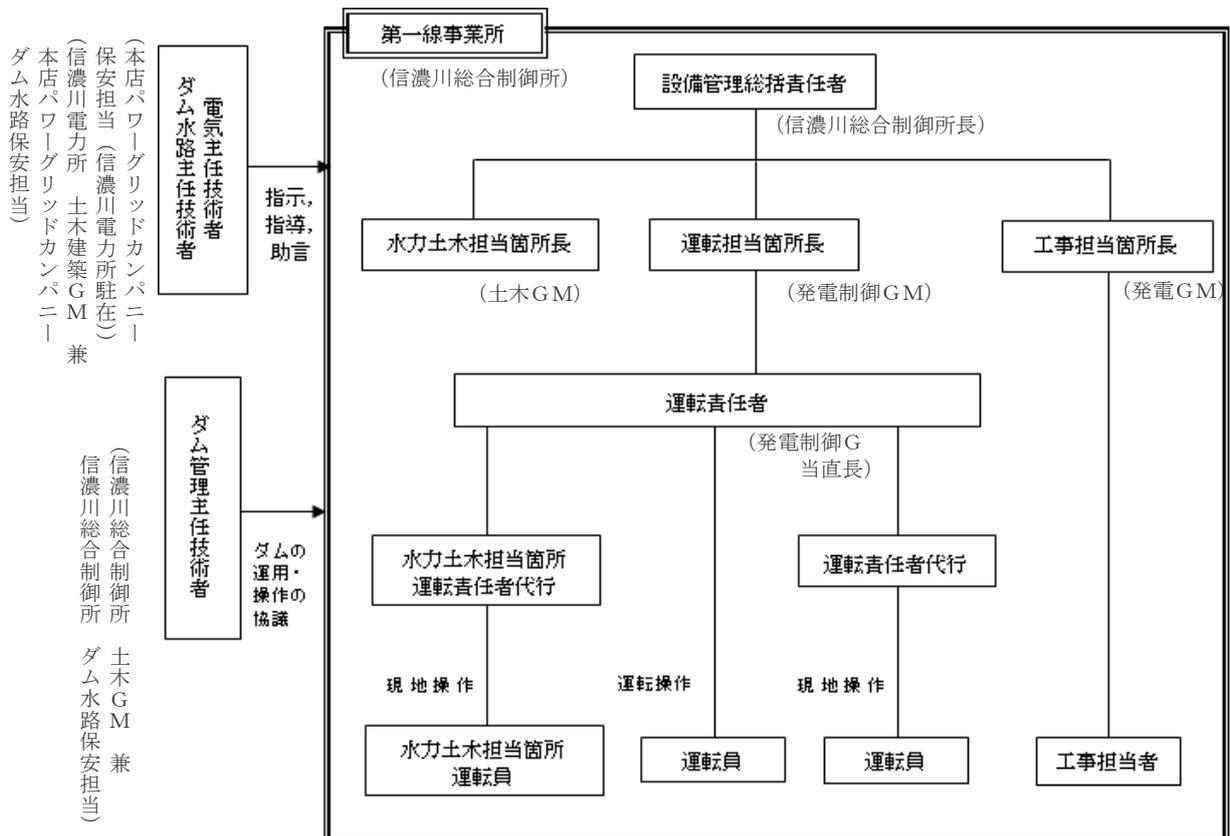


※当直は、発電制御グループ2名と土木グループ1名の3名体制

信濃川電力所 信濃川総合制御所における管理体制を以下に示す。



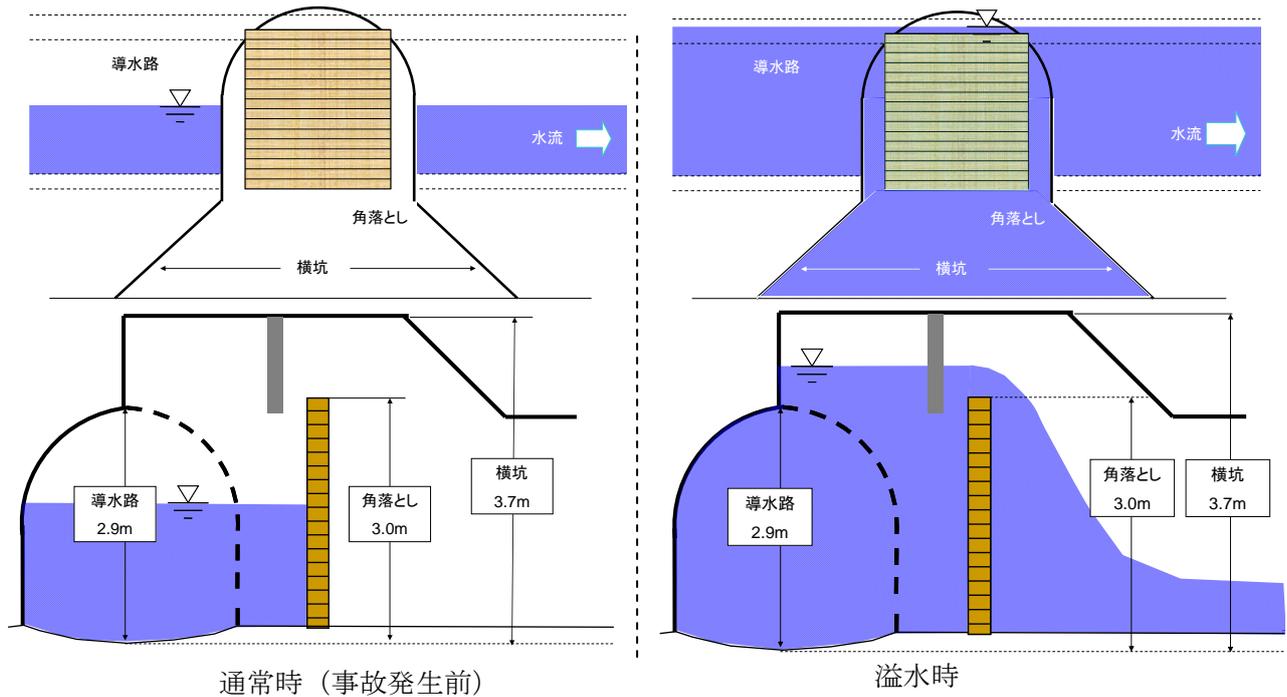
なお、当社の「水力発電所および変電所運転マニュアル」における第一線事業所の管理体制表は以下のとおりである。



1-3 事故の発生状況

平成 26 年 12 月 18 日、中津川第一発電所の導水路を点検するためのトンネル（26 号横坑）から溢水が発生した。後述する国道 405 号線の土砂崩れ箇所において、当社の点検員が当該箇所を通過したのが同日の 14 時頃、道路管理者への聞き取りによれば同日の 15 時頃に道路上を土砂と水が流れている状況が見られていたとのことであり、溢水は平成 26 年 12 月 18 日の 14 時頃から 15 時頃の間には発生したものと推定される。

同日 18 時 20 分に発電所の取水を停止し、23 時 01 分に発電所を停止した。



26 号横坑イメージ図



26 号横坑状況写真（事故以前に撮影）

2. 他に与えた被害の状況及び当社の対応状況

2-1 他に与えた被害の状況及び当社の対応

道路管理者への聞き取りでは、平成26年12月18日の15時頃に国道405号線の道路上を土砂と水が流れていたということであり、同日17時30分頃、地元の広報無線により国道405号線の土砂崩れが報じられた。

道路管理者により土砂崩落箇所が応急復旧され、翌日19日の13時頃に緊急車両の通行が可能となり、14時頃に一般車両の通行が可能となった。ただし、夜間の22時から翌日5時までには通行止めの措置が取られ、当社の調査・点検により導水路の安全性を確認できたことから、平成26年12月26日に通行止めは解除された。

当社においては、平成26年12月19日の10時20分に廣瀬代表執行役社長を部会長とする危機対策検討部会を立ち上げ、現地と連携をとり対応を進めた。さらに、平成27年1月16日には下部組織として武部常務執行役を本部長とする現地対策本部を設置して現地との連携した取り組みを強化した。また、平成27年1月15日に武部常務執行役を委員長とする委員会を構築し、原因究明・対策検討を進めている。

2-2 26号横坑出口周辺の調査（当社が実施した調査）

平成26年12月19日に有人ヘリコプターにより国道405号線の土砂崩れ箇所周辺や中津川第一発電所導水路の経過地の状況を調査した。また、平成26年12月21日には無人ヘリコプターにより26号横坑出口付近から国道405号線の通行止め箇所付近にかけての状況を調査した。調査の結果、26号横坑からカマリ沢に沿って国道405号線土砂崩れ箇所への溢水を確認した。その他の箇所では、横坑等導水路からの溢水は確認されなかった。



2-3 当社の対応（導水路内部の調査・点検）

導水路内部には滞水が確認されたため、導水路内の水位低下にあわせて上流側から入坑可能な範囲まで調査・点検を実施した。調査・点検期間は、12月19日～12月27日の9日間であり、12月27日に全ての導水路区間の調査・点検を完了し、導水路内部に落盤は無いことを確認するとともに、溢水箇所である26号横坑の角落としては破損していないことを確認した。

なお、12月18日に発生した国道405号線の土砂崩れについては、道路管理者により12月19日に応急復旧された。12月19日以降は、夜間（22時から翌日5時）の通行止めの措置がとられていたが、当社から調査・点検により導水路の安全性を確認したことを報告した後、12月26日に夜間の通行規制が解除された。



応急復旧作業状況



国道 405 号線応急復旧後

3. 事故原因分析

3-1 調査

(1) 26号横坑の調査・点検

12月22日に実施した導水路内部からの調査・点検により、26号横坑地点の角落としには損傷がなかった。

26号横坑では、導水路内部の水位が角落としの天端よりも29cm高い位置まで上昇した痕跡が確認された。この水深で越流したとして水理公式から算定すると、最大で毎秒0.8m³が溢水したものと推定される。

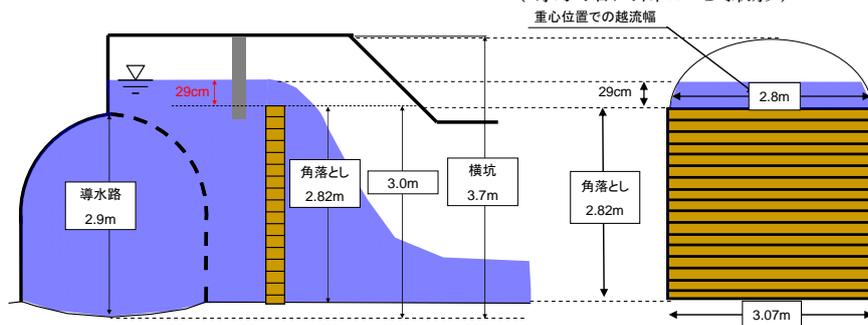
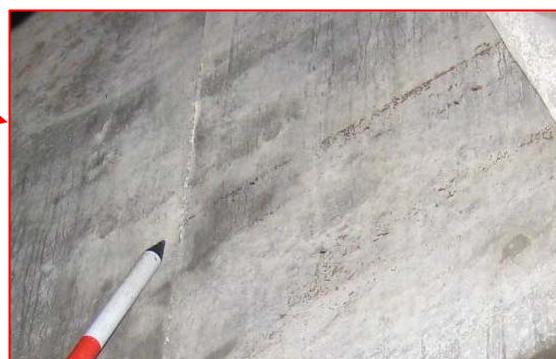
仮に、当社の点検員が国道405号線を通じた平成26年12月18日14時から溢水が始まり、同日18時20分に取水を停止した後3時間後まで到達しつづけたとして、7時間20分の間、毎秒0.8m³の溢水が継続したとすれば、26号横坑から溢水した総量は、最大で約2万トンとの試算となる。



26号横坑の角落としには損傷がなかった
(導水路内部で上流から撮影)



水面が角落とし天端よりも29cm高い位置まで上昇
(導水路内部から撮影)



溢水した26号横坑の状況 (イメージ)

$$Q = CBH^{3/2}$$

C: 流量係数
 B: 越流幅 2.8(m) (重心位置)
 H: 越流水深 0.29(m)
 $C = 1.785 + 0.237 \times (H/W)$
 W: 角落とし高さ 2.82(m)
 $Q = 0.8 \text{ (m}^3/\text{s)}$

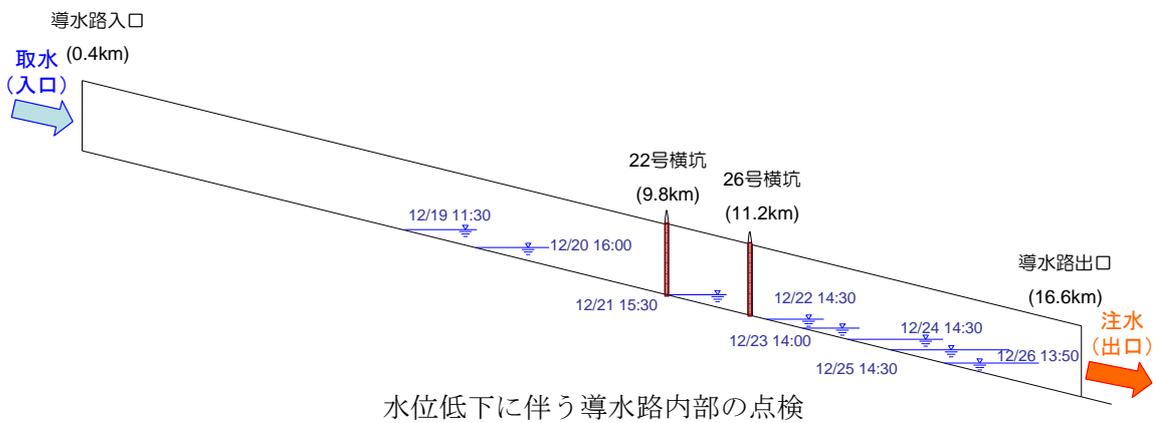
溢水量算定の根拠
(水理公式集 長方形せきの越流量より)

(2) 導水路内部の調査・点検

平成 26 年 12 月 19 日以降、導水路内の水位低下にあわせて調査・点検を実施した。導水路水位は、毎日 0.4～2.0m ずつ低下し、調査・点検時には水面にスノージャムが滞留していた。

平成 26 年 12 月 27 日に導水路全線の調査・点検を完了し、導水路に落盤はないことを確認した。また、取水口からほぼ 0.1km 毎に導水路天端に設置している距離標（樹脂製の表示版を金属で固定したもの）のうち、10.5km、13.5km、13.9km、16.1km の 4 箇所破損・変形していた。

なお、平成 26 年 12 月 23 日および平成 27 年 1 月 15 日に実施した導水路の内部点検では、新たに発見したクラックは 3 箇所ですべて軽微であり、直ちに落盤に繋がるような変状ではなかった。



導水路内部調査・点検



10.5km地点



13.9km地点



13.5km地点



16.1km地点

導水路天端に設置した距離標の破損・変形

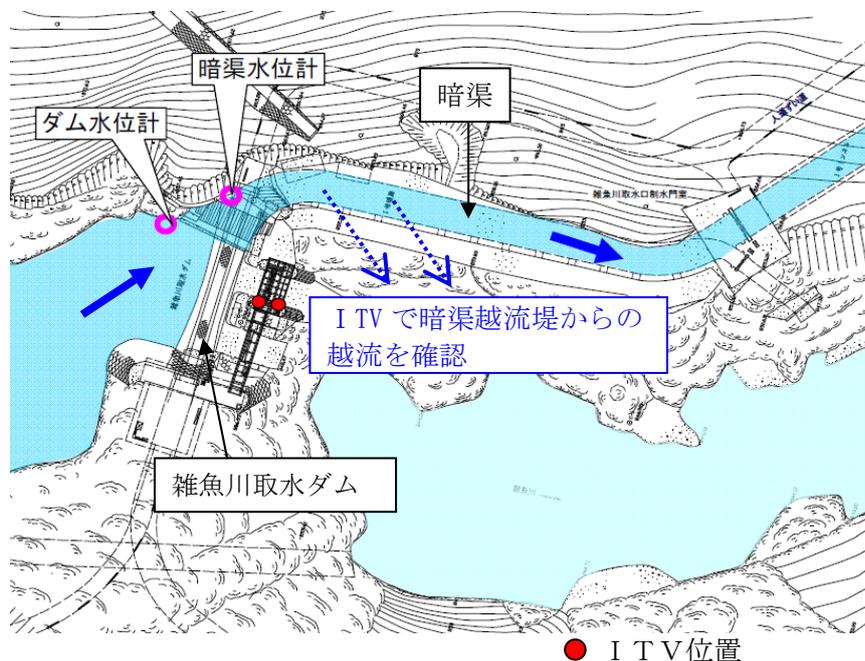


参考 正常な距離標のイメージ

(3) 水路設備内の流れに係る調査・点検（事故時に確認された事象を含む）

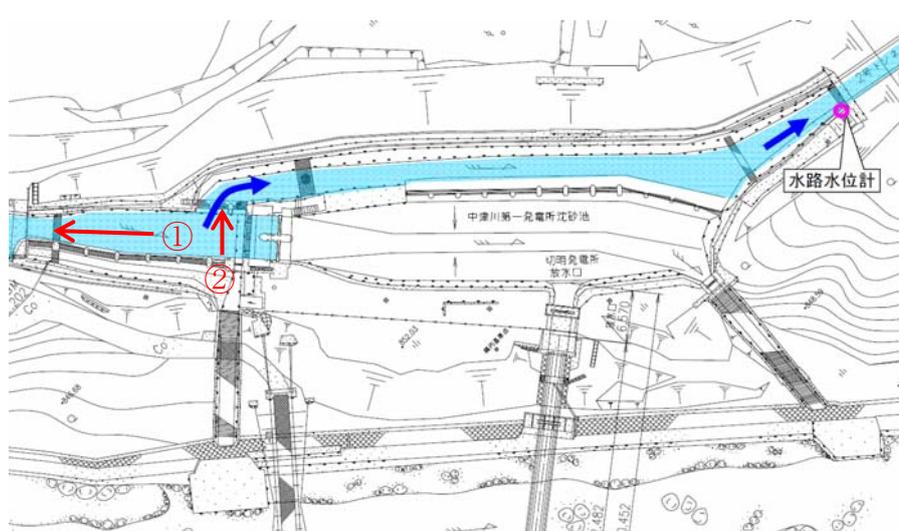
1) 取水設備の調査・点検

事故当日の監視員（当直）へのヒアリングによると、12月18日の3:00以降、ITV画面では取水ダム周辺が一面積雪しており、河川の水の一部は取水設備付近（暗渠の越流堤）を越流して河川下流へと流下していた。



2) 導水路入口の調査・点検

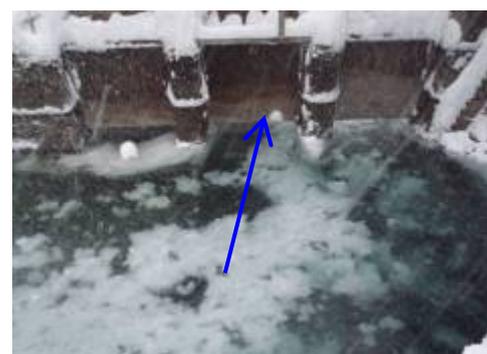
12月18日14:30～17:30に、点検員（日勤）が導水路入口の調査・点検を実施し、沈砂池上流の開渠において、スノージャムが流れている状況を確認した。なお、事故発生日、上流の切明発電所での制圧機配管の補修作業のため、沈砂池の使用を停止しており、取水した水は沈砂池のスクリーンを通過せずに導水路へと流れていた。



導水路入口の状況



①沈砂池上流の開渠を流れるスノージャム



②沈砂池上流の側方ゲートを通過するスノージャム

3) 導水路出口の調査

平成 26 年 12 月 19 日の有人ヘリコプターによる調査では、導水路出口である高野山調整池の開渠は雪に覆われていた。また、開渠の越流堤から調整池へと越流した痕跡が確認された。

平成 26 年 12 月 23 日には、導水路の排水を促進するため、開渠の角落としを撤去して開渠内においても排水を完了した状態で、平成 26 年 12 月 27 日に、開渠内に堆積した雪を掘削して調査した。調査断面では、開渠敷（底部）まで全体が冰雪により閉塞しており、最大 20cm 程度の塊が確認された。



導水路出口の状況（溢水後）

開渠に堆積したスノージャムの調査

3-2 事故時の判断・対応

事故時の判断と対応について、関係者へのヒアリングにより調査した結果を別紙2-1に示す。

また、確認した水位・流量の時系列グラフを別紙2-2に、中津川第一発電所における水位およびITV等の監視設備の概要を別紙2-3に示す。

一連の対応で、対応者が特に注意したポイントは以下の3点であった。

- I. 雑魚川取水ダム水位の低下による維持流量不足（水利使用規則）
- II. 周辺への影響（設備保全に係る知見に基づく）
- III. 取水量調整に伴う下流河川流量変化^{※1}（河川法のダム放流に準じる）

※1：大規模な貯水を有するダムでは、河川法に基づいて貯水を河川に放流する場合の規定として、著しく変化する場合（水位では30分あたり30～50cmを越える放流）には、所定の手続きを行うことが規定されている。

Iについての対応は、以下のとおり。

事故発生の前日の12月17日の21時頃から、雑魚川取水ダム水位の変動を確認した。

12月としては、まれな降雪が確認されていたことから、上流の河川で雪崩等が発生して河川流量が減少したものと推定した。雑魚川取水ダム水位の変動に対して、水利使用規則において規定されている河川維持流量を確保するため、取水量の抑制が必要と判断しゲート操作を実施した。

IIについての対応は、以下のとおり。

12月18日の3時頃～7時頃、取水口地点では、越流堤から河川に越流していることから取水支障はあるものの、取水量が徐々に回復していけば、高野山調整池の注水量も増えるものと推測した。

12月18日の10時頃～12時頃、導水路の入口で観測された水位から算定した取水量が増加傾向を示していたにも関わらず、高野山調整池の水位が上昇しなかったことから、水路設備の保全に関わるノウハウに基づいて、導水路の落盤を疑った。導水路の落盤に伴って発生する事象として、高野山調整池に注水される水への濁りの発生、また注水量の急激な変化について、兆候がないかをITV（監視カメラ）により確認していた。

高野山調整池でITVにより確認していたものの導水路の落盤の兆候は見られなかったこと、取水口付近では河川へ溢れた流水が確認されていたことから、導水路への取水を確保できていない状況が想定されたことから、取水設備の何らかの異常の発生および水位計の故障が最も疑わしい事象と判断し、現地への点検員の派遣が必要と判断した。

取水設備への点検員派遣を判断した後も、ITVによる監視の強化を継続し、導水路の落盤の兆候がないかの確認を継続した。

IIIについての対応は、以下のとおり。

現地点検では、取水設備および水位計には異常が見られなかったことから、12月18日の

17時30分に取水を停止して点検することを判断した。取水を停止する場合には、取水口の制水ゲートを完全に閉じて流水を遮断し、河川へと放流することになることから、河川水位の著しい変動を及ぼすことを危惧し、所定の手続きに基づき、自治体、交番、導水路の途中から取水している利水者、漁協、地元の関係者等へ放流連絡を行うことにより危害を防止する措置を進め、18時20分に取水を停止した。

3-3 技術基準適合状況

今回発生した事象に関連する条項である第28条（導水路）第1～第4項の各基準について、以下のとおり適合していることを確認している。

①技術基準(第28条第1項)

導水路は、自重、水の重量、水圧、地震力、土圧、載荷重、雪荷重、風荷重、温度荷重及び外圧に対して安定であり、かつ、これらの荷重による応力は、使用する材料毎にそれぞれの許容応力を越えないこと。

→ 6年に1回の定期的な水路内部点検により、各種荷重、外力に対する安定性を確認している。(前回点検は平成22年10月5日～7日に実施)

→ 平成26年12月23日、および平成27年1月15日に、定期的な水路内部点検と同等の点検を実施。

新たに発見した3箇所のクラックは軽微で、直ちに落盤に繋がるものではない。

②技術基準(第28条第2項)

漏水により人家、田畑、道路などに悪影響を及ぼすおそれがないこと。

→ 年に1回の定期的な水路外部点検により、導水路からの漏水がないことを確認している。

(前回点検は平成26年5月19日・20日・29日に実施)

→ 中津川第一発電所の最大取水量である12.9m³/sを流した時の導水路の水深は2.74mである。26号横坑の角落としては水路の敷から3mの高さがあり、今回実施した水路内部からの調査・点検でも角落としに損傷はなく、通常運用において、この角落としから溢水することはない。

③技術基準(第28条第3項)

トンネル又は開渠を巻き立てない場合は、はだ落ち等により水路及び水車に著しい損傷を与えるおそれがないこと。

→ 沈砂池～高野山調整池間において該当はなし。

④技術基準(第28条第4項)

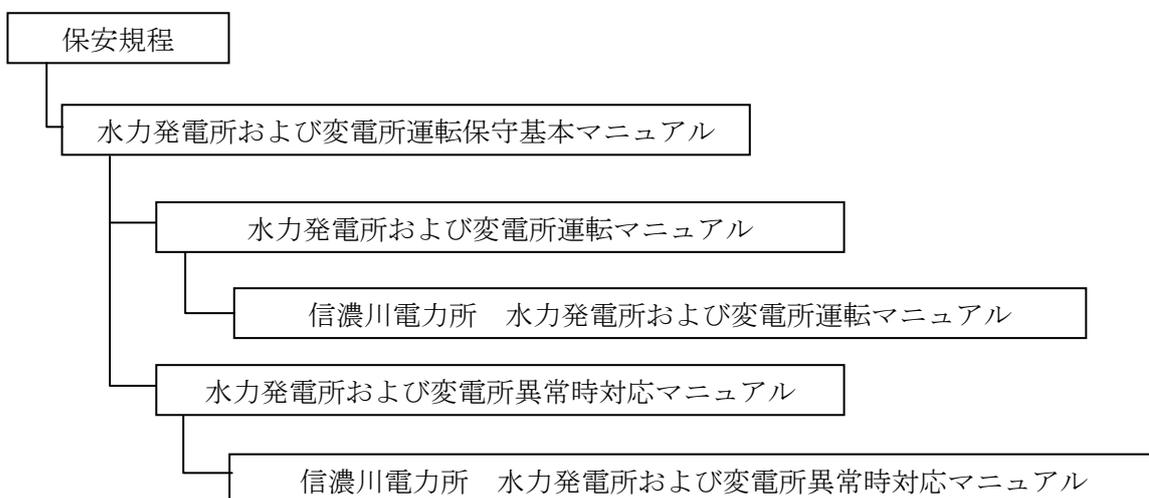
圧力導水路にあっては、次によること。

→ 沈砂池～高野山調整池間において該当はなし。

3-4 保安規程遵守状況

(1) マニュアル体系

保安規程において、水力発電所の運転および異常対応は、以下のマニュアル体系となっている。



(2) 規定する事項

「監視業務」および「監視中における異常時対応」について、実施すべき事項は「水力発電所および変電所運転マニュアル」または、「水力発電所および変電所異常時対応マニュアル」に記載しており、主要な事項としてそれぞれ以下のとおり規定している。

1) 監視業務（水力発電所および変電所運転マニュアル）

1-① 水系監視（5.1 (2) a.）

- ・ダム水位・河川流入量・放流量等を監視し、異常状態の早期発見を図る。

1-② 異常内容報告（5.1 (4) 信濃川電力所（追加変更））

- ・水力土木担当箇所の運転責任者代行は、運転操作に関わる異常を確認した場合は全て水力土木担当箇所長並びに運転責任者へ報告する。

1-③ 調整操作（5.1 (5)）

- ・運転責任者代行は、運転責任者からの指令ならびに、監視業務により調整操作が必要と判断される場合は操作を行う。

1-④ ダム以外の水力土木設備運用（5.3 (1) b.）

- ・運転責任者は、運転担当箇所長の指示事項のほか、「取水規程」、「取水堰等管理規程」および「水利使用規則」等の定めにより行う。

1-⑤ ダム以外の水力土木設備運用（5.3 (4) a.）

- ・運転責任者は、発電放流および放水口ゲート等水力土木設備の放流操作にあたっては、水難事故防止のため、下流河川水位に急激な変動を生じさせないように行う。

2) 監視中における異常時対応（水力発電所および変電所異常時対応マニュアル）

2-① 状況確認・報告（5.1（1））

- ・水力土木担当箇所長は、運転責任者代行または水力土木運用責任者からの報告を受け、内容を確認した後、ダム水路（管理）主任技術者へ状況を報告し、指導・助言を受ける。

2-② 水力発電設備の操作・運用依頼（5.1（3））

- ・水力土木担当箇所長は、水力発電設備の運用・操作（発電所の停止含む）により被害を回避または軽減できると判断した場合、ならびに異常措置を実施する場合に発電所の停止・水位低下等が必要と判断した場合は、運転責任者と協議し操作・運用を依頼する。

2-③ 現地出向判断・指名（5.1（4））

- ・水力土木担当箇所長は、現地出向の必要性について判断し、出向者を指名する。

2-④ 現地出向者指導（5.1（5））

- ・水力土木担当箇所長は、現地出向者に異常内容および現地確認のポイント、注意事項等を指導する。

2-⑤ 状況確認・報告（5.1（6））

- ・現地出向者は、安全に留意して設備状況ならびに異常内容を確認・記録し、水力土木担当箇所長へ報告する。

2-⑥ 報告受理（5.1（7））

- ・水力土木担当箇所長は、現地出向者からの報告を受け、その内容を必要によりダム水路（管理）主任技術者へ状況を報告するとともに運転担当箇所長または運転責任者へ報告する。

2-⑦ 異常措置の方針協議（5.1（8））

- ・水力土木担当箇所長は、異常措置について必要によりダム水路（管理）主任技術者、設備統括責任者、運転担当箇所長および復旧支援者と協議する。

（3）規定された事項の遵守状況

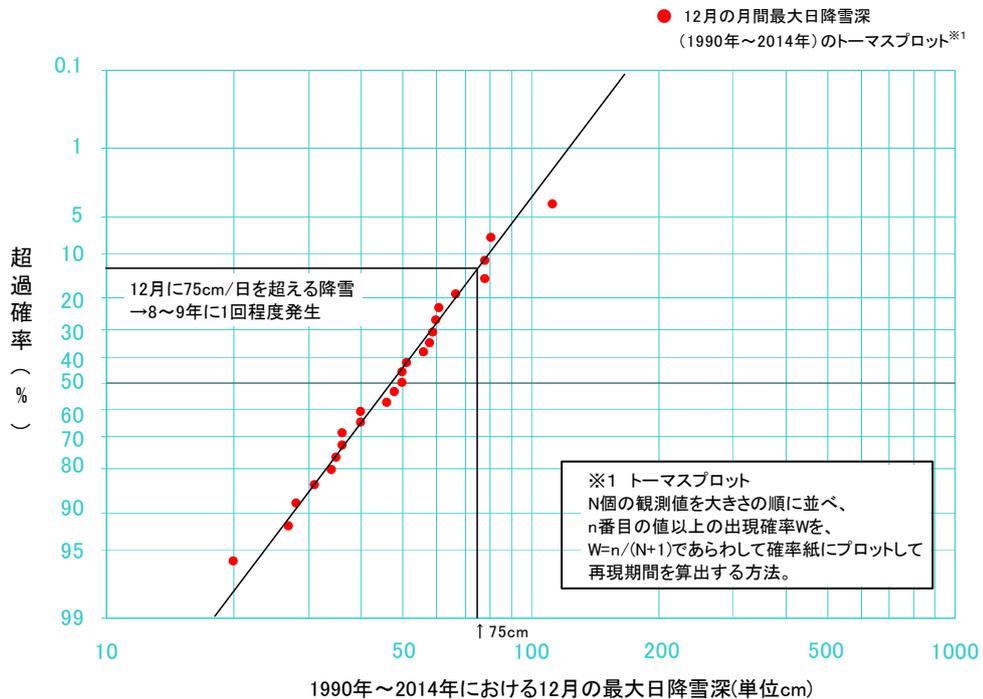
事故時の対応・判断について、別紙1-1の最右欄に、マニュアルで規定している事項を記載した。前述の3-2のとおり、下記のⅠ～Ⅲを特に注意し、保安規程等を遵守して対応していたことを確認した。

- Ⅰ. ダム水位の低下による維持流量不足（水利使用規則 1-④）
- Ⅱ. 周辺への影響（設備保全に係る知見に基づく）
- Ⅲ. 取水量調整に伴う下流河川流量変化（河川法のダム放流に準じる 1-⑤）

3-5 メカニズムの分析

(1) 上流域での降雪

津南町での観測では、平成26年12月17日の日降雪量は75cmを記録しており、12月としては8~9年に1度の積雪であった。高野山調整池の日降雪量は90cmであった。



中津川第一発電所周辺の気象観測データを別紙3に示す。気象条件から以下の事象について推察される。

- ・平成26年12月16日の積雪は2mを越えていた。この日の気温上昇によって積雪面が融解し、この融雪水が積雪の表面に滞留してすべり面を形成した。
- ・平成26年12月17日の大量の積雪によって、すべり面に雪の荷重がかかり、雪崩が発生しやすい条件にあった。
- ・平成26年12月18日には、気温がマイナスとなっており、水温も低い状況にあったと考えられ、河川内に供給された雪の塊は融解しづらい状況にあった。

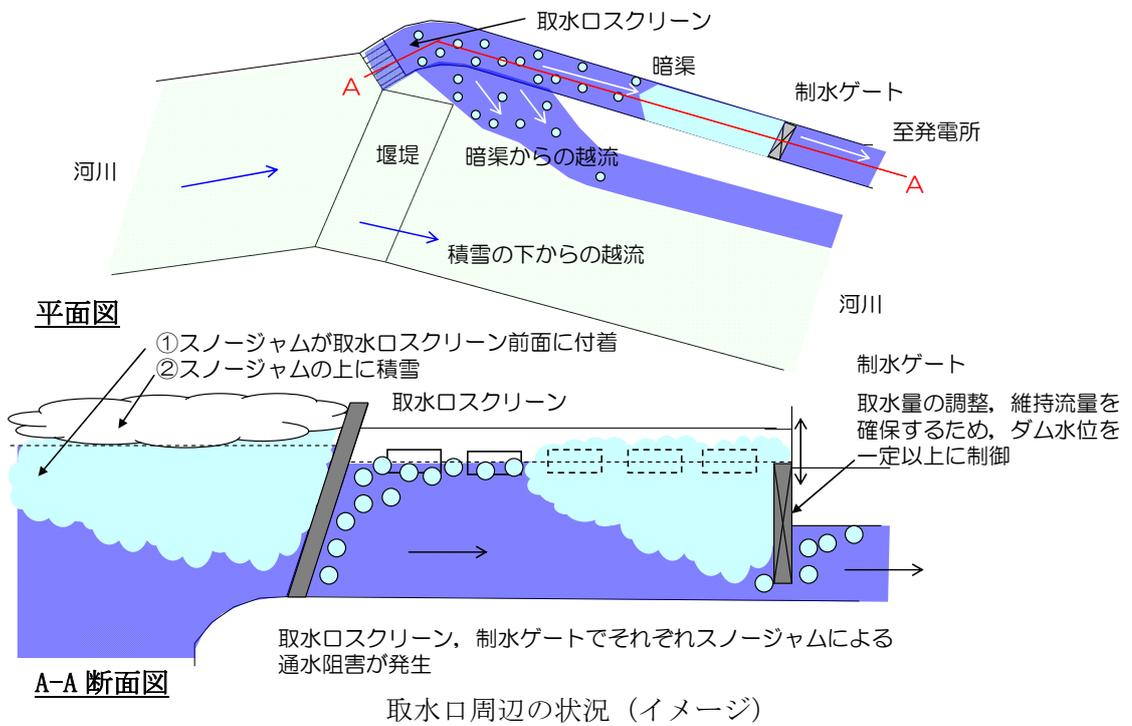
以上の状況から、中津川第一発電所の取水ダムの上流河川の急傾斜の斜面での雪崩や降雪によって水温が低い状況にあった河川に雪が供給されたことにより、河川では大量のスノージャムが流下していた状況が考えられる。

(2) 取水口からのスノージャム流入

平成26年12月18日の点検では、沈砂池の上流でスノージャムの流入を確認していた。

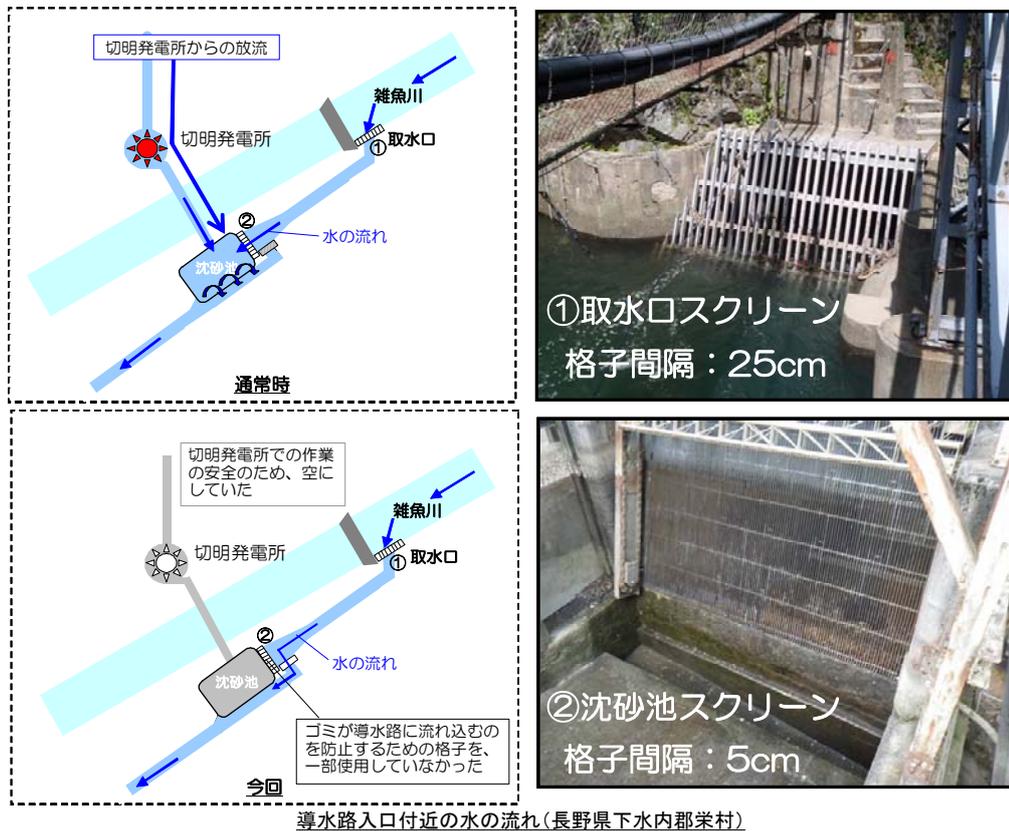
平成26年12月17日の21時頃から取水ダムの水位が低下して、取水量も減少していた状況からも、河川の流れを大きく阻害する要因として、雪崩が発生していた可能性が考えられる。

翌12月18日のITVでの監視では取水口の周辺は一面が雪で覆われていたこと、取水口のスクリーンの前後で水位差が拡大しており、越流堤を上回る水位が確認され、実際に暗渠の越流堤からは河川へ越流する流れを確認していたことから、取水口周辺では、スノージャムによって、以下のような状況となっていたものと推定される。



取水口の格子間隔 25cm のスクリーンの前後の水位差は、平成 26 年 12 月 17 日の流量が安定していた期間は 20cm 程度だったものが、翌 12 月 18 日には 40~80cm 程度へと上昇しており、取水口スクリーンには、スノージャムの流入を抑制する一定の効果があつたものと解釈される。

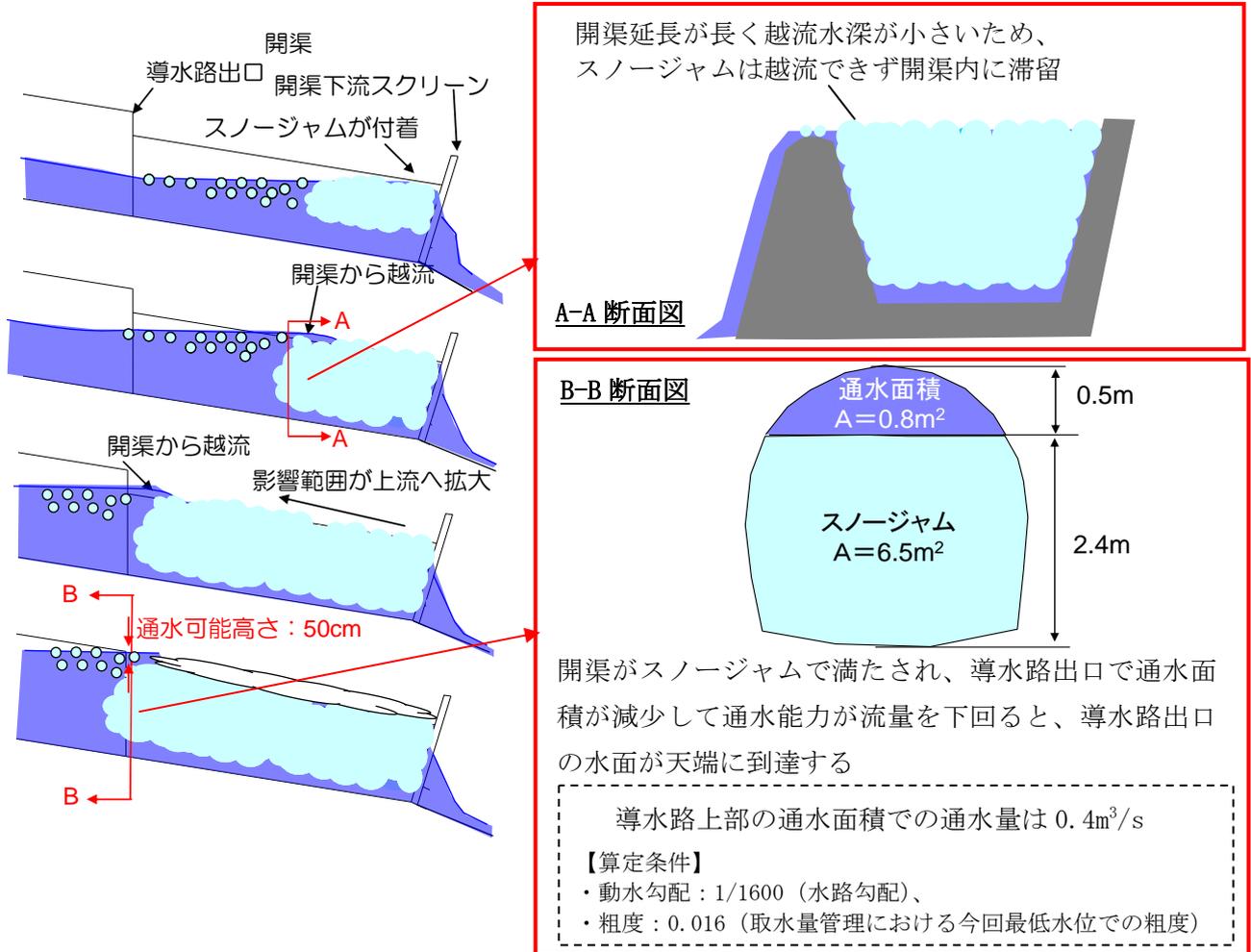
今回、上流の切明発電所での作業の安全のため、沈砂池に設置したスクリーンは通過しない経路で取水していた。沈砂池のスクリーンは格子間隔が 5cm と取水口のスクリーンよりも細かく、これまでの大きな降雪においてもスノージャムで導水路の通水が阻害してトラブルが発生したことはなかったことから、スノージャムの流入抑制に一定の効果があるものと推測している。



(3) 高野山調整池の開渠でのスノージャム滞留

導水路出口では、スノージャムの堆積が確認されており、開渠下流に設置したスクリーンから上流の全長約 350m の開渠のほぼ全体にスノージャムが滞留した。

開渠へスノージャムが滞留したことにより、導水路の出口で通水面積が減少し、導水路トンネルの出口では、水面が天端に到達したものと推測される。



高野山調整池開渠へのスノージャムの滞留 (イメージ)

通常、開渠には角落としが設置されており、調査・点検のために平成 26 年 12 月 23 日に角落としを撤去した。この際、角落としより上流に残存していたスノージャムは調整池へと流下しており、現在は、開渠内にはほとんど水位がない。



開渠の角落とし (通常時)



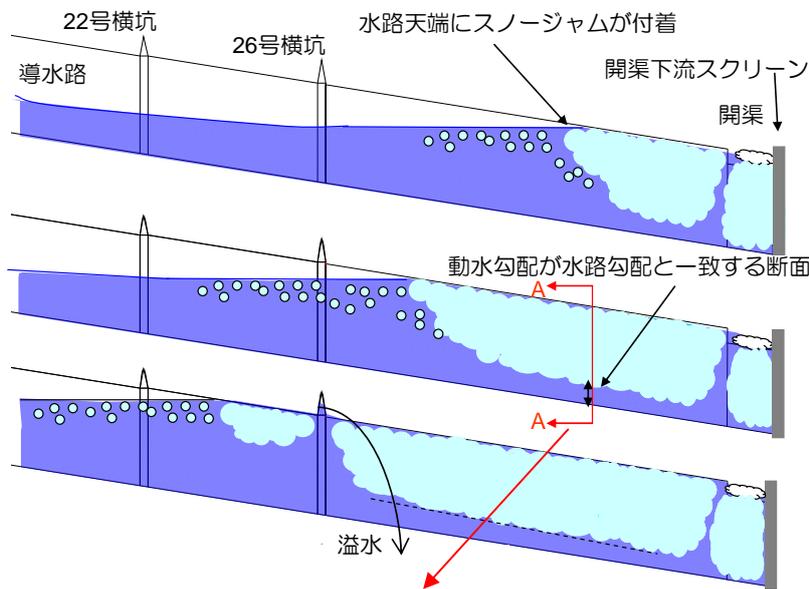
角落とし撤去後の状況 (調整池側から撮影)

(4) 導水路内部での通水阻害

導水路出口部において、水面が天端まで上昇すると、水よりも比重の小さいスノー
 ジャムは導水路天端に付着して、導水路内部に留まり、動水勾配が水路勾配と等しくなり、
 徐々に水位が上昇したと考えられる。水面天端まで上昇する範囲が徐々に拡大し、26号
 横坑の角落とし天端よりも水面が高くなった時点で溢水が発生したものと推定される。

導水路の調査・点検によって、取水口から9.8kmの22号横坑では溢水した痕跡がなく、
 10.5kmの地点では天端の距離標が変形していたことから、取水口から約10km付近では、
 水面が天端まで到達していたものと推定される。

試算によれば、導水路の断面の78%にスノー
 ジャムが付着すると、動水勾配が水路勾
 配と等しくなる。26号横坑から導水路出口の5kmの間全てがこの状態になっていたと仮
 定すれば、導水路の通水を阻害したスノー
 ジャムは約3万m³となる。



動水勾配が水路勾配と等しくなる条件

A-A 断面図

導水路断面の78%にスノー
 ジャムが付着
 すると、動水勾配が水路勾配と等しくなる

【算定条件】

- ・動水勾配：1/1600（水路勾配）、
- ・粗度：0.016（取水量管理より）
- ・流量：調整池への注水量として計測された1m³/s

スノー
 ジャムに作用する力

拘束力は

$$\mu \times (1-0.9) \times \rho g a L$$

$$= \rho g a L \times 1/100$$

移動力は

$$\rho g a L \times l$$

$$= \rho g a L \times 1/1600$$

ρ ：水の単位体積重量

l ：動水勾配

μ ：摩擦損失係数 = 0.1

g ：重力加速度

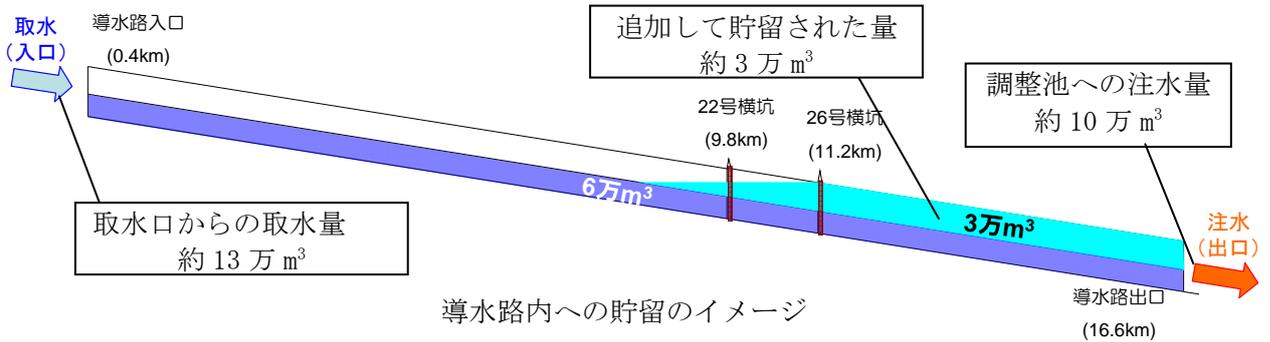
a ：スノー
 ジャムの断面積

L ：スノー
 ジャムの長さ

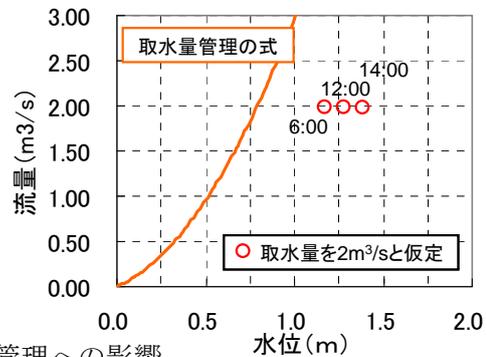
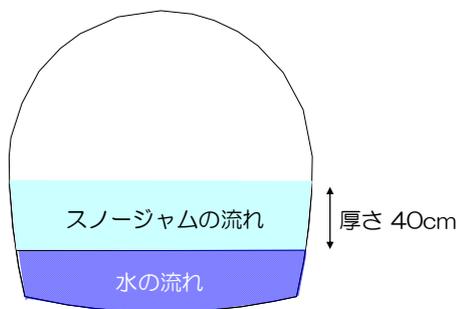
上記のとおり、拘束力が移動力を上回る

スノー
 ジャムによる導水路の通水阻害のイメージ

導水路入口の水位が低下をはじめてから溢水が始まる迄^{※2}に、導水路内に約 3 万 m³ が貯留され、この間に調整池に約 10 万 m³ 注水されており、この合計の約 13 万 m³ が取水口からの取水量であり、取水量の中にスノージャムが約 1 / 4 含まれていたことになる。



導水路内を流れていた水深のうち、表層の約 35%はスノージャムであったことになり、このような流れでは、スノージャムと壁面でのせん断抵抗が強く働き、取水量の管理で使用している導水路水位と取水量の関係は変化していたものと推定される。



スノージャムの取水量管理への影響

今回の事象で考えれば、スノージャムによる流量の変化がはじまってから溢水に至るまでの 17~18 時間^{※2}の中で、導水路出口を監視して水面が天端に至った場合に速やかに取水量を調整することによって、溢水防止に有効に対応できるものと考えられる。

※2: 導水路内で水位が低下を始めた平成 26 年 12 月 17 日の 21 時頃から、溢水が始まったと推測される 12 月 18 日の 14 時から 15 時頃まで

(5) メカニズムの推定

以上を踏まえ、溢水に至ったメカニズムを以下の通り推定した。

- ① 上流域の降雪や雪崩により、河川に大量のスノージャムが発生
- ② スノージャムが取水口を通過して、導水路の入口から流入（取水口と沈砂池に設置しているスクリーン 2 箇所のうち、取水口 1 箇所のみを通過させて取水していたことから雪が流入しやすかったと推測）
- ③ 高野山調整池の開渠全体にスノージャムが滞留し、導水路の出口において、水面が導水路の天端へ到達
- ④ 導水路出口の天端にスノージャムが留まり、導水路の通水障害が発生
- ⑤ 水面が天端まで到達して通水が障害される状態が導路上流へと拡大し、26号横坑の角落としの開口部よりも水面が高くなったため、溢水が発生

4. 再発防止対策

4-1 中津川第一発電所での対策

調査結果に基づく原因を踏まえ、中津川第一発電所では以下の通り対策する。

- ・ 導水路入口でのスノージャム流入の抑制

降雪期には、取水口の格子間隔 25cm のスクリーンに加えて、沈砂池の格子間隔 5cm のスクリーンを通過して取水することを基本とする。やむを得ず、スクリーンを使用できない場合は、予め、監視の強化等の措置^{※3}を検討して対応する。

※3: 監視者を増員して ITV による監視を強化する、取水経路を変更する前および変更後に取水の状況を確認する、予め監視者を現地に派遣して降雪が続く間は定期的に沈砂池で監視する等の対応

- ・ 導水路出口（高野山調整池注水口）の監視強化

融雪後の平成 27 年 5 月中を目途に導水路出口にセンサーを設置し、監視を強化する。

この監視により、導水路出口で水面が導水路の天端に到達した場合には、被害の回避・拡大防止のため、二次災害の防止には十分留意しつつ速やかに取水量を調整してから点検を進める。

導水路出口での監視強化が完了するまでの間は、高野山調整池開渠には角落としを設置しないこととし、スノージャムは調整池へ流下させて開渠水位を低く維持する。

- ・ 26 号横坑への止水板の設置

上記により、導水路から溢水させない対策を基本とするが、冬期唯一の生活道路である国道 405 号線の土砂崩れに繋がった 26 号横坑の開口部には、平成 27 年 2 月上旬を目途に止水板を設置する。

- ・ 速やかな取水調整の実施

流量の計測管理により溢水が疑われる場合には、被害の回避・拡大防止のため、二次災害の防止には十分留意しつつ、速やかに取水を調整する等の対応を講じたうえで、点検を進める。

4-2 他の水力発電所への水平展開

今回の事象を受け、他の水力発電所に対しても、以下の通り水平展開を実施。

- ・ 当該事故の周知

昨年 12 月 24 日、水力発電所を所管している全ての事業所に対し、中津川第一発電所で導水路から溢水が発生したことを周知し、流量の計測管理により溢水が疑われる場合には、被害の回避・拡大防止のため、二次災害の防止には十分留意しつつ、速やかに取水を調整する等の対応を講じたうえで、点検を進める運用を徹底した。

- ・ 導水路での通水阻害発生への備え

導水路での通水阻害発生への備えとして、以下のとおり実施する。

- ・ スノージャムによる通水阻害を周知し、降雪期には、設置しているスクリーンを通して取水することを基本とする。やむを得ず、スクリーンを使用できない場合は、

予め、監視の強化等の措置^{※4}を検討して対応する。

※4: 監視者を増員して ITV による監視を強化する、取水する経路を変更する前および変更後に取水の状況を確認する、予め監視者を現地に派遣して降雪が続く間は定期的に流れを監視する等の対応

- 全ての水力発電所を対象として、平成 27 年 2 月中を目途に、降雪・積雪等の気象条件、水路設備内のスクリーン設置状況、水路設備からの越流構造等を整理し、スノージャムによる影響を点検する。必要に応じて監視の強化等の措置を講じる。
 - 降雪期に限らず、導水路の通水阻害の発生への備えとして、導水路の開口部が現場実態に則して管理されているか、平成 27 年 3 月中を目途に再点検を行う。
 - 上記の導水路の通水阻害への備えについて、「水力発電所および変電所運転マニュアル」に記載を追加して、水平展開・標準化を図る。
 - 研修施設での当直者への訓練に、スノージャムによる通水阻害を題材とした訓練メニューを追加する。
-
- ダム水路設備の保安の向上に向けた取り組み
 - ダム水路設備の保安管理においては、引き続き的確な点検・保守に努めるとともに、自然災害に対する社内外の知見を収集して、保安の向上に努める。

以 上