

台風襲来5日前における排水機場ポンプ故障と その対応

森下直樹¹

¹木曾川上流河川事務所 管理課（〒500-8801 岐阜市忠節町5-1）

非出水期の排水機場ポンプ点検においてエンジン故障が判明するなか、5日後には超大型で勢力の強い台風第21号が来襲すると予報されていた。台風の襲来に対する対策について、特例操作の検討など事務所内の各課を横断した協力による台風対応の結果について報告する。

キーワード：排水機場、障害対応、事務所内横断的調整、特例操作

1. 新荒田川論田川排水機場の役割

荒田川は、岐阜市水主町荒田川中部放水路分岐点を起点とし、流域南端を西南し、又、論田川は岐阜市鏡島しょうぶ菖蒲池付近を源とし、岐阜市西部を南流し、岐阜市日置江高河原にて並流して長良川に注ぐ岐阜県が管理する河川である。

流域面積は、荒田川14.3km²、論田川4.3km²であり、地形は岐阜市街地である北部を高位部として南西に傾斜し、常時自然排水をしているが、長良川の水位が高まった際には、流域内の内水が排除できない脆弱な地形特性である。

新荒田川論田川排水機場は、長良川左岸41.3kp（岐阜市高河原）に整備された直轄排水機場であり、隣接地に荒田川論田川排水機場（岐阜市管理）、上流に荒田川論田川第二排水機場（直轄管理）が整備されている。

これらの3排水機場が連携し、荒田川及び論田川の内水排除を実施している。



図-1 新荒田川論田川排水機場周辺図

2. 新荒田川論田川排水機場のポンプ故障

木曾川上流河川事務所では、新荒田川論田川排水機場を始め、21の直轄排水機場を管理しており、出水時において安定的な排水が実施できるよう、操作人による2回/月（非出水期は1回/月）の点検のほか、業務委託による機械設備の専門的な点検を実施している。

機械設備の点検は、各排水機場とも1回/2ヶ月に実施し、年点検を含めて6回実施しており、出水期を終えた10月から11月にかけて点検を行った。

平成29年10月18日（水）に実施した新荒田川論田川排水機場の月点検において、排水能力6.5m³/sの排水ポンプ2台のうち、1台のエンジン故障により排水不能であることが判明した。

故障箇所は、ポンプの動力であるガスタービンエンジンにおいて、羽根の折損、軸の湾曲、ケーシングの破損などであり、原因の究明及び復旧を行うにあたっては、現場では対応が出来ないことから、工場に持ち帰って分解し、詳細調査を行うとともに、早急な復旧のため、同時に損傷部品の調達を進める必要があった。損傷部位については受注生産品であることから部品調達を含めた修理期間に3ヶ月程度必要であることが判明した。

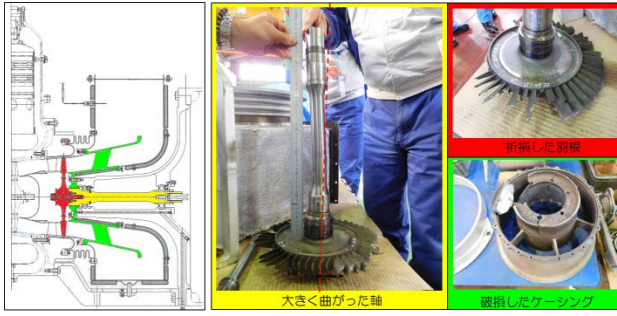


図-2 故障箇所及び損傷状況

3. 故障時の気象状況と対策

非出水期であるものの、ポンプの故障が判明した10月18日（水）時点の天気予報において、5日後の23日（月）頃には、直撃に近いコースで超大型で勢力の強い台風が来襲すると予想され、台風に伴う東海地方の24時間予想雨量は300mm～500mmと発表されていた。

この降雨による長良川及び荒田川・論田川の水位上昇に伴い、内水排除のため、ポンプの稼動が想定されることから、排水能力6.5m³/sを補う、緊急の対策が求められた。

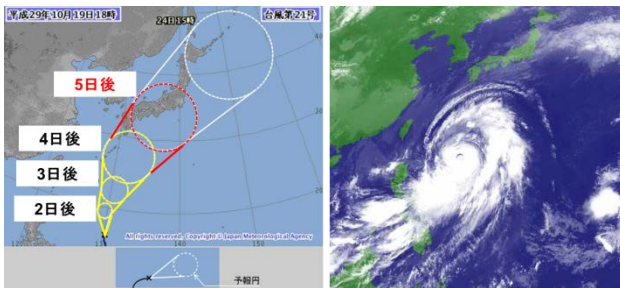


図-3 故障判明時の気象予報

4. 台風の来襲に対する対策の検討

木曾川上流河川事務所においては、排水能力0.5m³/sのポンプ車を4台保有しているが、故障したポンプと同等の能力を確保するためには、ポンプ車を13台配置する必要があり、設置の可否など検討が必要であった。

中部地方整備局管内には、37台の排水ポンプ車が整備されているが、台風は東海地方を直撃する進路予想となっており、いつ、どこで、どの程度の被災となるかも知れない状況において、1排水機場に3分の1以上となるポンプ車を使用することは、中部地方整備局全体のリスクとなるため、要請できない状況であった。

また、排水機場の限られた敷地内で13台の配置そのものが困難であり、仮に堤防天端の県道を通行止めした場合においても、排水ポンプ車に搭載されているホースの延長などからも現実的ではないことが判明した。



図-4 排水ポンプ車13台配置検討

5. 排水機場の操作規則と運転可能水位

排水機場に多くの排水ポンプ車を設置することが困難な状況であることから、次に、正常稼動するポンプを最大限活用するための検討を行った。

新荒田川論田川排水機場及び荒田川論田川第二排水機場の操作規則及び運転可能水位は、以下のとおりである。

(1) 操作規則

a) 起動水位

長良川水位が上昇し、内水位が標高6.50メートル以上で長良川への自然排水が不可能となり更に上昇すると予想される場合はポンプを始動する。

b) 停止水位

長良川水位が低下し、荒田川開門マイターゲート、論田川開門スイングゲートが開き自然排水が可能となったとき又は、内水位が標高6.00メートル未満になり再び上昇する恐れがなくなったときは、ポンプの運転を停止する。

(2) 運転可能最低水位

a) 新荒田川論田川排水機場

吸い込み口の高さは5.1mであるが、空気の撒きこみを防止する保護機能として、5.6mで運転停止するよう設定されている。

b) 荒田川論田川第二排水機場

新荒田川論田川排水機場と同様に、5.5mで運転停止するよう設定されている。

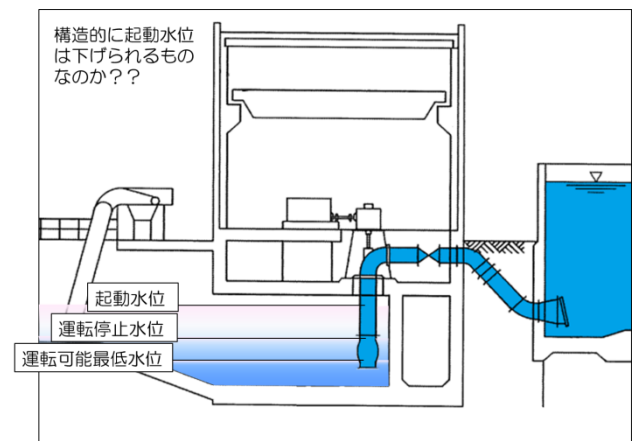


図-5 排水機場の構造イメージ

6. 特例操作の検討

(1) 起動水位及び停止水位

ダムの事前放流と同様に、支川の水位を上昇前に少しでも低下させることによって、湛水までのポケットを大きくする方法を検討した。このため、排水機場のポンプ起動水位を緊急的に低下させることが可能であるか、可能である場合にどこまで下げられるかの検討を行った。

ポンプの運転可能最低水位は、内水処理計画に基づき制定されている操作規則における停止水位に対して、空気の撒き込み等によるポンプ停止を回避するため、余裕高を見込んだ吸い込み口からの高さとなるよう設計されている。その余裕高は、将来の予想地盤沈下量、内水流出量が少ない場合における起動と停止を繰り返す間断運転の防止等を考慮して設定しており、その水位が前述の「運転可能最低水位」である。

無理な運転や停止の遅れなどにより、空気の撒き込みが発生した場合は、性能低下、振動、騒音等を引き起こし、ポンプが停止するだけでなく、ポンプの機器に致命的な支障をきたし、メーカーや保守業者などによる復旧作業を要する可能性があるため、運転停止水位を下げる設定変更は危険度が格段に上がる。

このため、緊急的に運転水位を変更するとしても、有害な空気吸い込み渦を発生しない条件でポンプの運転が可能な「運転可能最低水位」まで下げるのが限界との判断に至り、その水位を特例の停止水位とした。また、間断運転を回避するため、通常操作と同様に停止水位に0.5m加えた水位を起動水位とすることとした。

	新荒田川論田川排水機場		荒田川論田川第二排水機場	
	特例操作	通常	特例操作	通常
起動水位	6.1m	6.5m	6.0m	6.5m
停止水位	5.6m	6.0m	5.5m	6.0m

表-1 特例操作水位

(2) 特例操作の効果

新荒田川論田川排水機場は、昭和36年6月の出水を計画対象洪水として、制限湛水位7.5mを越えないよう排水量や起動水位が定められている。

計画対象洪水において、ポンプ1台が故障している場合の最高内水位を計算したところ、7.8mまで達すると算出された。しかし、特例操作の実施による最高内水位を計算したところ、7.3mと算出され、許容湛水位を下回ることが確認された。

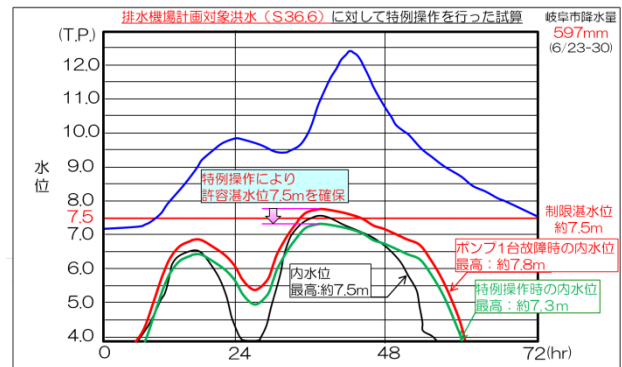


図-6 計画対象洪水における試算

7. 特例操作に向けた検討

排水機場の操作規則は、県知事の同意などの手続きを経て定めたものであり、操作の実施は協定に基づき岐阜市に委託している。このため、ポンプの起動水位を下げた緊急的な運用を実施するための事前準備を行った。

(1) 操作規則の取り扱い

操作規則第9条（操作方法の特例）において、「所長は、事故、その他止むを得ない事情のあるときは、必要の限度において前三条に規定する方法以外の方法により機場を操作することができるものとする。」と定められており、まさに止むを得ない事情であり、通常の方法により運転しなければならず、本条項に基づく特例操作として実施可能である。

(2) 特例操作の体制

排水機場の管理人や操作人の高齢化が進んでいることと、通常と異なる水位での操作となること、起動や停止の水位低下による機器障害の発生対応などから、木曾川上流河川事務所「平成29年度木曾川上流用揚排水機場設備保守業務」を受注している専門業者を、降雨の開始と共に配置することとした。

また、専門業者を配置すること、排水時における機器障害発生及び計画対象洪水を上回る出水に備えて、堤防天端の県道を通り止めることなく、搭載されたホースの延長で排水可能な最大数である2台のポンプ車を配備することとした。

(3) 特例操作の周知

特例操作の実施と特例操作水位について、専門業者を配置することと併せて、操作委託先の岐阜市、岐阜市を通じて管理人や操作人への周知を行った。岐阜市への連絡を行ったところ、市が管理する荒田論田川排水機場においても、運転停止水位を起動水位とする特例操作を実施するとの協力が得られた。

また、ポンプ故障があるものの特例操作により計画対象洪水に対して同等の安全性に加えて、排水ポンプ車を

待機することにより万全を期するなどの記者発表を行った。



図-7 岐阜市への通知及び記者発表資料

8. 台風第21号の結果

台風第21号における水位は、排水機場の計画対象洪水と比較して、内外水位とも上昇せず、順流を長く保った。

具体的には、特例操作の起動水位である6.1mでは順流を保ち、通常操作の起動水位6.5mに達する直前の6.47mで逆流となったため、23日2時10分にポンプを起動した。その後、最大6.58mに達したが、雨域が通過した上に外水位の上昇も鈍化したため、6時30分に通常の停止水位まで低下した時点でポンプの運転を停止した。

以上のことから、特例操作の検証には至らなかった。

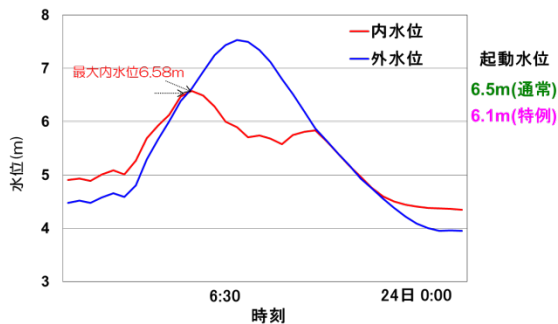


図-8 台風第21号における水位

なお、安心材料とはならないが、過去の10月出水を確認したところ、長良川の整備計画対象洪水である平成16年10月の台風第23号も含めて、排水機場操作履歴が2回あり、そのいずれも新荒田川論田川排水機場と荒田川論田川第二排水機場の合計4台のポンプが同時稼動した実績がないことを、事前に確認した。

平成16年10月20日～21日 台風23号 長良川整備計画対象洪水												岐阜市降水量：165mm (19～21日)											
機場	号機	排水量 m ³ /s	20日										21日										
			19時	20時	21時	22時	23時	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時					
新荒	1号機	6.5m ³ /s	稼働																				
	2号機	6.5m ³ /s	稼働																				
荒2	1号機	10.0m ³ /s	稼働																				
	2号機	10.0m ³ /s	稼働																				

平成10年10月17日～18日 台風10号												岐阜市降水量：147mm (13～18日)											
機場	号機	排水量 m ³ /s	17日										18日										
			19時	20時	21時	22時	23時	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時					
新荒	1号機	6.5m ³ /s	稼働																				
	2号機	6.5m ³ /s	稼働																				
荒2	1号機	10.0m ³ /s	稼働																				
	2号機	10.0m ³ /s	稼働																				

図-9 10月出水におけるポンプ稼動実績

9. 特例操作の是非

台風第21号においては、ポンプの故障が判明してから5日後に襲来が見込まれるなど時間的余裕がなかったこと、広域的な対策が必要かつ配置の課題などポンプ車による対策では不十分であることなど、止むを得ず特例操作を実施することとしたが、次の課題が懸念される。

(1) 専門業者の配置

通常の操作と異なるため、操作人の補助や更なる障害に備えて、専門業者の配置が必須である。しかし、専門業者の人数には限りがあるため、他の排水機場における障害の対応に支障を生じる危険がある。台風第21号においても、機能に支障を生じることにはなかったものの、当該排水機場以外の6つの排水機場において不具合対応を行った。

(2) 新たな故障の危険増加

また、起動水位と停止水位の差が同じであったとしても、水位が低いほど流路幅が狭く流量が少ないこと、洪水の初期段階で流入量が少ないことなどから、ポンプ起動と停止を繰り返す間断運転の確率が高くなる。操作の複雑さに加えて、設備に対する負荷が大きくなり、新たな故障、すなわち排水能力の更なる低下を引き起こす危険がある。

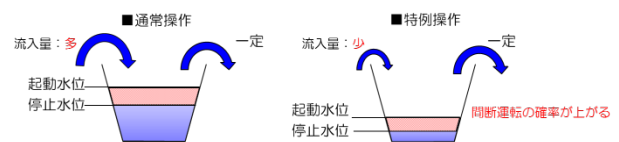


図-10 特例操作による運転時の流入量イメージ

(3) 日常的な保守が重要

緊急措置であったとはいえ、危険性を考慮すると、起動水位の低下などの特例操作は、「実施すべきではない」ことが明らかであり、日常的な保守が重要であることに違いはない。

10. 課題と今後の対応方法

非出水期における本土への台風の接近は、1996年から2006年の6個に対して、2007年から2017年は17個と、約2倍に増加している。今回の事案は故障の対応であったが、設備の更新や分解整備などを非出水期に実施しており、事前対応を含めた対策の検討が必要である。

(1) 排水ポンプ車の事前設置

台風第21号において、万全を期すためにポンプ車2台を配備した。降雨の中でポンプの投入など、危険な作業を回避するため、事前に実施する予定であった。しかし、自然排水ゲートを閉塞する前は水の流れが速いため、より危険であることや、排水機場への吸い込みを回避するための固定などが必要と判断し、ポンプの事前投入を断念した。

排水ポンプ車のポンプを、容易かつ安全に事前投入するためのスクリーン設置などが対策として考えられる。

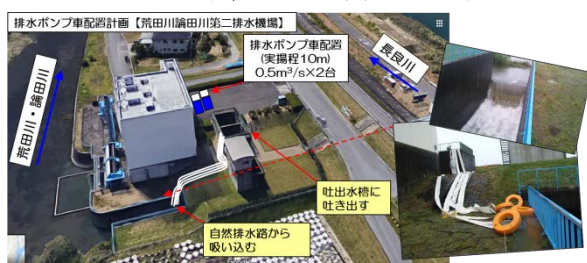


図-11 排水ポンプ車の配置計画

(2) 仮設用ポンプの設置

排水機場の機械設備は、支川の流量や揚程に加えて設置面積の制限などから、個々に設計を行う必要があり、完全受注生産品となっている。

アタッチメントにより複数の排水機場で使用できる仮設用のポンプを保有することや、設計段階で排水能力を確保する仮設の設計など、事前の対策を講じることが必要と考える。当面の間は、緊急時に仮設ポンプを設置することを契約に盛り込んでおくなどの対策も検討しなければならない。

(3) 予備ポンプの整備

木曾川上流河川事務所では、21箇所の排水機場を管理している。荒田川論田川と同様に、段階的な整備によるなど、直轄管理施設と県や市の管理する排水機場が隣接する場合がある。複数の排水機場を統合することでコスト削減を図りつつ、必要台数に予備の1台を加えたポンプの整備により、安全を確保する方法も考えられる。

しかし、予備ポンプを設置することは、整備費用や更新費用の増加につながり、厳しい予算の中では現実的ではない。

(4) 関係者の連携

台風第21号においては、特例操作の実施により、計画対象洪水に対して同等の安全性を確保できたと考えるが、事務所内のみならず、関係市町とも連携を図ることで実現できたと考える。

同じ管理課ではあるものの、操作規則における「操作の特例」として実施可能ではないかと施設管理ラインが発議し、岐阜市の了解を得ることで迅速な判断に至った。

特例操作により、排水機場の計画対象洪水においても、制限湛水位を上回らないとの計算を調査課が実施し、最終的な判断を迅速に行うことができた。

更には、隣接する排水機場を管理する岐阜市においても、特例操作を実施するなど、大きな協力が得られたことで、安全性の更なる確保が図られた。

単に機械設備の故障として、機械ラインに対策が求められるだけでなく、緊急時には事務所と関係自治体が一丸となって対策を検討することで、課題を克服することができた。

(5) まとめ

関係機関が連携して対応を行うことは、日常的な情報交換などにより容易であると考えられる。

今後、予算の制約がある中で、容易で万能な解決策を提案することは困難であると考えられるが、引き続き検討することとしたい。