

### 信濃川大河津分水旧可動堰の基礎地盤特性

新潟大学	正会員	○保坂	吉則
長岡技術科学大学	正会員	大塚	悟
金沢大学	正会員	高原	利幸

#### 1. はじめに

昭和6年に完成した信濃川大河津分水の旧可動堰は、平成23年の新可動堰の稼働開始後に一部を残して撤去されることになった。土木学会では、約80年を経た歴史的建造物の詳細を記録として残すことを目的に、撤去工事と並行して現地に入り、調査・研究を実施した。地盤関連では、旧可動堰の基礎の性能と支持機構を明らかにするための調査を目的としており、ここではまず堰の基礎地盤と周辺地盤の層構成、および力学特性を調査、試験した結果について報告する。

#### 2. 旧可動堰周辺の地形条件

信濃川大河津分水は越後平野の中央西縁部に位置し、旧可動堰の少し西側に越後平野西縁断層が通っている。旧可動堰は、洗堰のある分水地点から分水路右岸の約1km下流で、明治末の旧版地形図からは、集落のあった自然堤防背後の水田地帯に位置していたことが確認できる。微地形区分としては氾濫平野・谷底平野、または後背低地と考えられる。大正11年の大河津分水通水当時は、固定堰と同じ位置に自在堰が作られていたが、昭和2年に陥没事故が発生して撤去され、上流側に代替として旧可動堰が建設された。

#### 3. 堰周辺の地層構成

旧可動堰、および自在堰跡を含む水叩きや床固工の基礎地盤構成を確認するため、国土交通省信濃川河川事務所より、既存ボーリングと、図1の追加ボーリングデータの提供を受けた。その結果を基に推定した地盤断面の内、堰中央の縦断面を図2、自在堰跡横断面を図3、旧可動堰部横断面を図4に示す。

自在堰付近の当初の土質を「信濃川大河津分水誌第2集」<sup>1)</sup>で確認すると細砂や粗砂となっているが、ボーリングでは砂礫が確認され、コンクリートや木片等も含まれていたことから、陥没・転倒した自在堰を取り壊した跡に埋めた土(B2)と判断した。埋土は深さ10mを越える箇所もあるが、その下にはN値5~9の粘土層がある。自在堰陥没時の洗掘・侵食は砂層部分にとどまり、粘土層には及ばなかったと考えられる。

旧可動堰の直下はN値が3の細砂層で、その下のGL.-4.5~-7.6mの範囲はN値が6~8程度の緩い中砂および中砂・粘土互層地盤である。地表面下7.6mからはN値が40を越える硬い中砂層が現れる。旧可動堰水路部のコンクリート版を支持する木杭は、この硬い中砂層に打ち込まれている。中砂層が3m弱続いたあとは再びN値が10~15程度の層が現れるが、シルト質粘土や砂とシルトの互層となっており、比較的硬質である。GL.-14.7m以深は再びN値が50前後の中砂となっており、堰柱部の基礎杭はこの層で支持している。

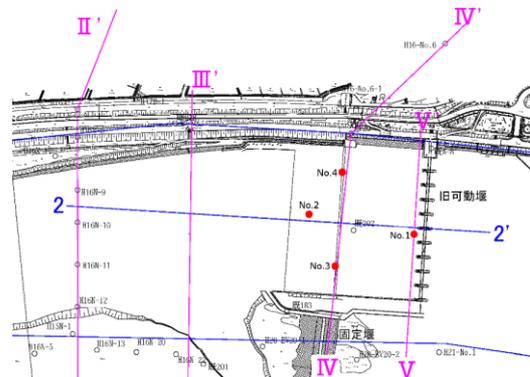


図1 旧可動堰付近の平面図

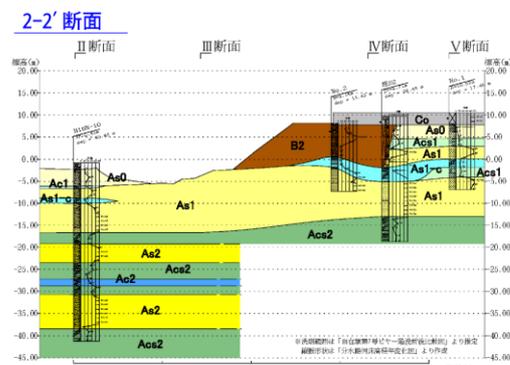


図2 旧可動堰中央の地盤断面(縦断)

キーワード 土木遺産, 可動堰, 地層, 液状化

連絡先 〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町8050番地 新潟大学工学部建設学科 TEL025-262-7032

4. 基礎直下の土質と液状化特性

旧可動堰近傍水路部の No.1 ボーリング地点における基礎地盤の物性を確認するため、倍圧型水圧式サンプラーによるサンプリングを実施した。水路部のコンクリート版の厚さは約 2.5m あり、その下 GL.-2.8~-4.5m の範囲からサンプリングした細砂層(As0)の物理試験と液状化試験を実施した。図 5 に示すように、主に細砂とシルトからなる粒度構成であるが、供試体を確認すると、細砂がほとんどの部分とシルトを多く含む層が混在して堆積しており、不均質な状態であった。また、植物片を含む薄層も挟まれていた。その年代は不明であるが、腐食はほとんど進んでいないように見えた。

三軸液状化試験の結果を図 6 に示す。図から、 $N_c=20$  回で  $DA=5\%$  に至る繰返し応力振幅比は  $R_L=0.24$  と読みとることができる。なお、細砂層の  $N$  値 3 より道路橋示方書(平成 24 年版)によって評価した液状化強度は、室内試験の結果とほぼ等しい  $R_L=0.24$  が得られた。図 4 に示す水路部のコンクリート版は木杭で支持されており、No.1 ボーリング孔でコンクリートと地盤との間に 4cm の空洞が確認されたので、補正  $N$  値の計算はコンクリート版の上載荷重を含めない条件で行った。

供用中の 80 年間で、1964 年の新潟地震、2004 年新潟県中越地震、2007 年新潟県中越沖地震を経験している。液状化抵抗率については、各地震における当該地の水平震度が不明であるが、近年の地震から  $k_{hGL}=0.10$  を仮定し、コンクリート版の上載圧を加えずに求めた  $F_L$  は 0.4~0.7 程度となり、空洞が確認された 2003 年の調査以降の地震では液状化した可能性が高い。一方、砂層に上載荷重が一定割合作用したと仮定すると  $F_L$  が 1 を超える場合もあるので、空洞が不明な新潟地震時では上載荷重の作用状態次第となる。また、液状化発生の判断には、入力地震動の設定と、コンクリート版を支持する木杭や堰柱下と周囲に設置された鋼矢板等の効果に関する詳細な検討が必要となる。

5. まとめ

旧可動堰の基礎下にはシルトを多く含む軟弱な細砂が堆積しており、過去の地震で液状化が生じた可能性が示唆された。一方、旧可動堰の基礎である木杭の先端には、 $N$  値 40 を越える良好な砂地盤が堆積していることが明らかとなった。

謝辞

本研究は、国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所の委託を受けて組織した土木学会・大河津可動堰記録保存検討委員会(委員長：丸山久一 長岡技術科学大学教授)の成果の一部である。ここに付記し、関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 建設省北陸地方建設局長岡工事事務所：信濃川大河津分水誌 第 2 集，建設省，1969 年 3 月

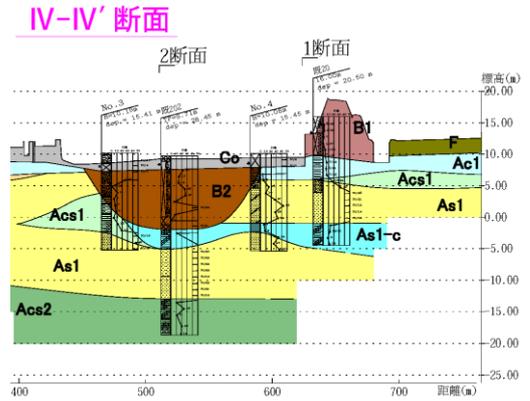


図 3 自在堰跡の地盤断面(横断)

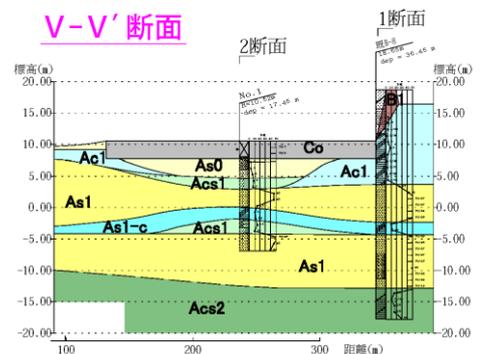


図 4 旧可動堰部の地盤断面(横断)

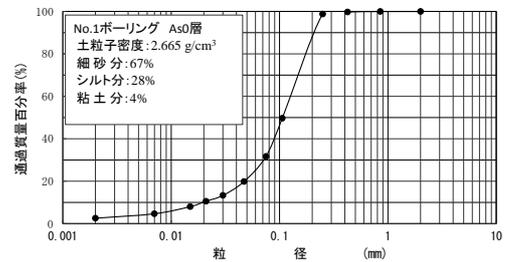


図 5 細砂層の物理特性

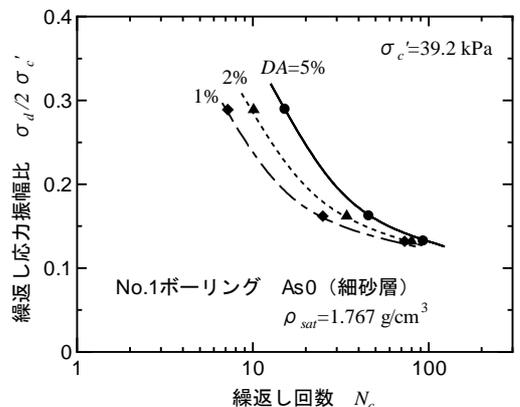


図 6 細砂層の液状化特性