

## 大河津分水旧可動堰のコンクリート構造部材の再現設計と残存性能の評価

長岡技術科学大学 正会員 ○田中 泰司  
 長岡技術科学大学 白石 哲

### 1. はじめに

大河津分水旧可動堰は 2011 年に約 80 年の供用期間を経て、老朽化によりその役目を新可動堰に譲った。旧可動堰の一部は、今後も保存される予定であるので、その残存性能や耐震安全性を確認する必要がある。そこで本研究では、当該可動堰の堰柱（図-1 の橋脚部および堰体部）の耐震性と基礎の構造性能の検討を行った。

### 2. 堰柱の耐震性

堰柱の配筋については、堰体部と橋脚部の境界には最小鉄筋量相当（鋼材比で 0.09%）の軌条が配置されていたが、その他の部分はほぼ無筋構造であった。当時の工事記録<sup>1)</sup>には堰柱の設計に際しては耐震性を考慮した旨の記述があるので、どの程度の地震力を考慮していたのかを安定計算から逆算することとした。表-1 に堰体部下面および橋脚部下面を照査断面とした場合の設計震度と最小応力の関係を示す。ここでは河川直角方向の検討を行った。竣工時の形状の場合、設計震度を 150gal としても最小応力は圧縮側となるので、150gal 程度で設計されていたと考えられる。旧可動堰は、

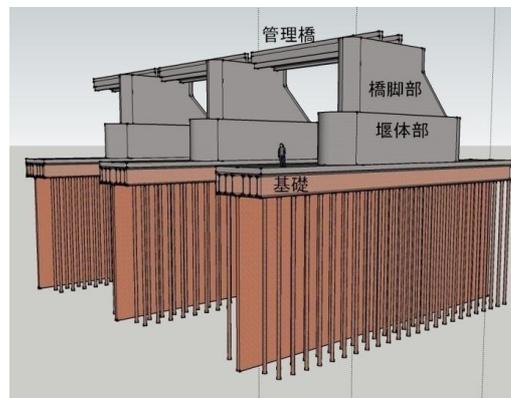


図-1 大河津分水旧可動堰の構造部材

表-1 断面最小応力の計算結果（圧縮が正）

照査断面	設計震度 gal	断面最小応力(N/mm <sup>2</sup> )	
		竣工時	嵩上げ後
橋脚部下面	100	0.031	0.013
	150	0.004	-0.037
堰体部下面	100	0.054	0.045
	150	0.013	-0.007

昭和 40 年代に計画流量の増加に伴って嵩上げ工事が行われたので、現在では設計震度を 150gal とすると、照査を満足しない状況となっている。また、コンクリートの打ち継ぎ面は打ち継ぎ面処理が施されていなかったため、ほとんど接着力が期待できず、地震時には打ち継ぎ面で破壊が生じる可能性があることが解体時の調査で明らかとなった。

そこで、レベル II 地震動に対する構造安全性の確認を行うため、非線形有限要素法による時刻歴応答解析を行うことにした。解析メッシュを図-2 に示す。解析ソフトウェアには WCOMD を使用し、堰体部下面に 1995 年兵庫県南部地震に

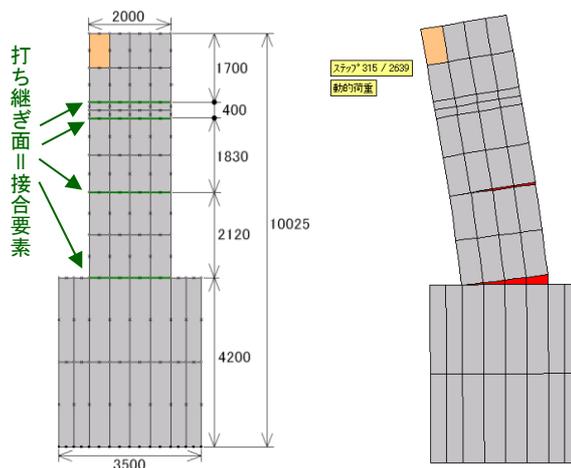


図-2 解析メッシュ 図-3 変形図（神戸波の 1.4 倍の場合）

おける神戸ポートアイランド強震計の記録波形（神戸波）を直接入力して応答値を計算した。打ち継ぎ面には接合要素を設けることで弱面の影響を表現した。接合要素の引張強度は周辺のコンクリートの引張強度の 1/4 に設定した。また、平滑な打ち継ぎ面の摩擦抵抗力を表現するために、接合要素のせん断伝達力は、既往の研

キーワード 大河津分水, 許容応力度, 震度法, 時刻歴応答解析, 支持力

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 TEL 0258-47-9626

究<sup>2)</sup>を参考にして、一般のコンクリートひび割れ面の30%とした。

時刻歴応答解析を行ったところ、神戸波ではひび割れおよび残留変形はほとんど発生しなかった。堰柱の上端の最大変位は水平方向で6mm以下、上下方向で0.8mm以下と極小な値であった。神戸波の1.2倍、1.4倍の加速度データを用いて解析を行ったところ、1.2倍では変断面部でひび割れが発生し、1.4倍では図-3に示すようにその開口幅が大きくなった。それでもなお、残留変形はほとんど発生しなかったため、基本的に重力式構造物は、地震に対して強く、打ち継ぎ面の付着劣化は大きな悪影響を及ぼさないと判断される。

### 3. 基礎の構造性能

図-1に示すように、旧可動堰の堰柱を支える基礎は、長さ36.0m、幅5.0m、厚さ2.15mであり堰柱に比べてはるかに大きい。これは基礎を支える松杭の作用力を分散させるためだと考えられる。すべての松杭に均等に上載荷重が作用すると仮定すると、松杭1本あたりの作用力は93.7kNと計算される。一方、現地載荷試験<sup>3)</sup>により杭の極限支持力は約330kNであることが判明しているため、杭の許容支持力を極限支持力の1/3としても、作用力は許容値以下となり、安全であるといえる。

コンクリート製の基礎には、図-4に示すように全長にわたってH型鋼が6本配置されており重厚な造りとなっている。このような構造とした理由を確認するために、H型鋼に作用する応力を計算することとした。図-5に示すように、基礎には堰柱による自重が作用し、いずれの杭も同じ力で抵抗すると仮定して断面力を求めた。表-2に作用応力と許容応力の比較を示す。応力算定方法としては、基礎を鋼トラス構造とみなした場合と鉄骨コンクリート構造とみなした場合の2ケースを考えた。また、鉄骨コンクリート構造とした場合には、コンクリートの弾性係数 $E_c$ に大正末期から昭和初期に使われていた規準値<sup>4)</sup>を使用した場合と、現行の示方書<sup>5)</sup>の値を使用した場合のそれぞれで計算を行った。鋼トラス構造とみなした場合、圧縮側の応力は許容応力をはるかに上回るが、鉄骨コンクリート構造とみなした場合には圧縮側の応力は許容応力以下となった。このことから、旧可動堰の基礎は、鉄骨コンクリート構造として設計されたと推測される。また、現行の規準に照らし合わせてもコンクリートの作用応力は許容応力度以下であり、構造安全性が確保されていることが確認された。

### 4. まとめ

大河津分水旧可動堰は、十分な耐震性能と構造安全性を有していることが確認された。また、再現設計を行う過程で建設時の設計の考え方を推測することができた。

### 参考文献

[1]信濃川補修事務所：信濃川補修工事工務報告，昭和4年，[2]K. Maekawa et al.：Non-linear mechanics of reinforced concrete, 2003, [3]土木学会：大河津可動堰撤去に伴う学術的調査検討業務報告書，2013, [4]宮本武之輔：材料及施工，昭和13年，[5]土木学会：コンクリート標準示方書[設計編]，2007

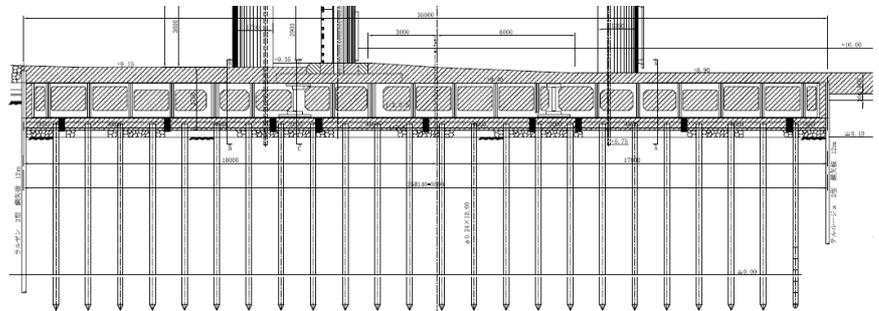


図-4 基礎の側面図

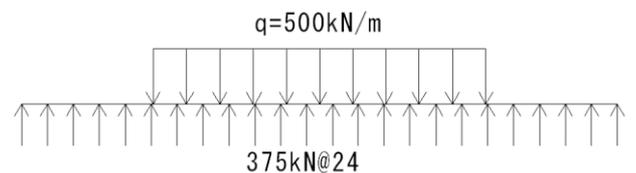


図-5 基礎の構造モデル

表-2 基礎の構造計算結果

仮定した構造形式	照査位置	発生応力 N/mm <sup>2</sup>	許容応力度 N/mm <sup>2</sup>
鋼トラス構造	圧縮縁	241.1	117.6
	引張縁	81.9	117.6
RC構造 <small>E<sub>c</sub>は当時の規準値</small>	圧縮縁	4.5	4.6
	引張縁	67.7	117.6
RC構造 <small>E<sub>c</sub>は現在の規準値</small>	圧縮縁	6.9	8.3
	引張縁	65.3	117.6

\*許容応力度は各種規準から設定