

## Ⅱ-60 バイパス型余水吐減勢装置における減勢杭の振動特性

○東京大学 正 員 嶋 祐之  
東京大学 学生員 萩原国宏

本研究室において考案され、東京電力早川第一発電所に設置された上記減勢装置は、現場試験の結果減勢杭の振動について興味ある結果が得られたので、引続き実験室内で系統的な実験を行い以下に示される如き諸特性が明らかになった。

### 1. 実験装置及び方法

実験装置は現場の  $\frac{1}{2}$  の縮尺のものであり、その概略は図-1 に示される。すなわちハウエルバンパーバルブより放射される高速水流は、軸対称に配置された10列の群杭により効果的に減勢されるものである。

振動測定用の杭は円筒部先端に各列1本ずつ前列より6本配置した。その形状は図-2 の如くであり、1本の鋼棒から削出され、杭に働く流木抵抗を端部の円板密着部に貼付した Strain Gauge によって測定出来るようになっている。

振動測定用の杭は円筒部先端に各列1本ずつ前列より6本配置した。その形状

は図-2 の如くであり、1本の鋼棒から削出され、杭に働く流木抵抗を端部の円板密着部に貼付した Strain Gauge によって測定出来るようになっている。

一般に減勢装置内に生ずる水理現象は、バルブ開度、空気孔開度および fore bay 水位に支配される。バルブ開度は全ストロークを10等分したもので表はし、この場合 G7 は設計流量  $16 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、G9 は異常流量  $18.5 \text{ m}^3/\text{sec}$  に対応する。空気孔開度は A0 または A5 がそれぞれ全開及び全閉に、また fore bay 水位は連絡水路のせき上げ高さで表はされ W0 または W20 はそれぞれ模型で 0 cm

及び 20 cm のヤキ上げをした場合に対応する。実験は4系列に大別される。即ち単杭と図-1 に示す拘束をキえた群杭を対象とし、それぞれに於て中立軸変位より静的特性を求める実験と、振巾より動的特性を求める実験とを行った。なお単杭及び群杭の中立軸変位と群杭の振巾に関しては水理条件を G 2, 4, 5, 7, 9 の5通り；A 0, 5 の2通り、W 0, 20 の2通り 合計 20 通りに変化させ、単杭の振巾に於ては、G 3, 7, 9 の3通り；A 及び W は同上とし合計 12 通りに変化させて測定を行ったものである。

図-1 実験装置

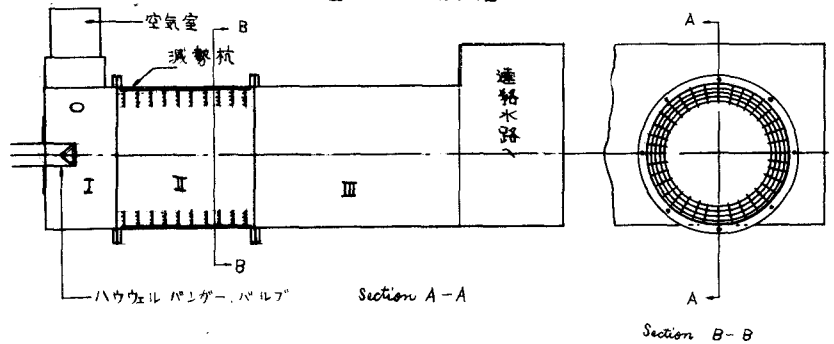


図-2 測定用杭

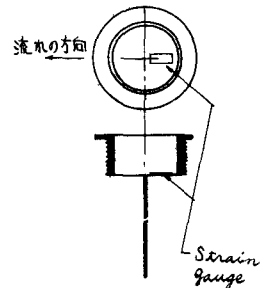
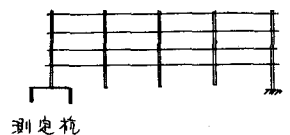


図-3



## 2. 流況について

減勢装置内の流況は前述の水理条件により複雑に変化する。バルブ開度の小さくせき上げと小さい場合には、装置内は開水路となり空気孔の影響が強く見られなり。流量の大きい  $Q7 \sim 9$  に相当する流況を各水理条件に応じて示せば図-4 のようである。

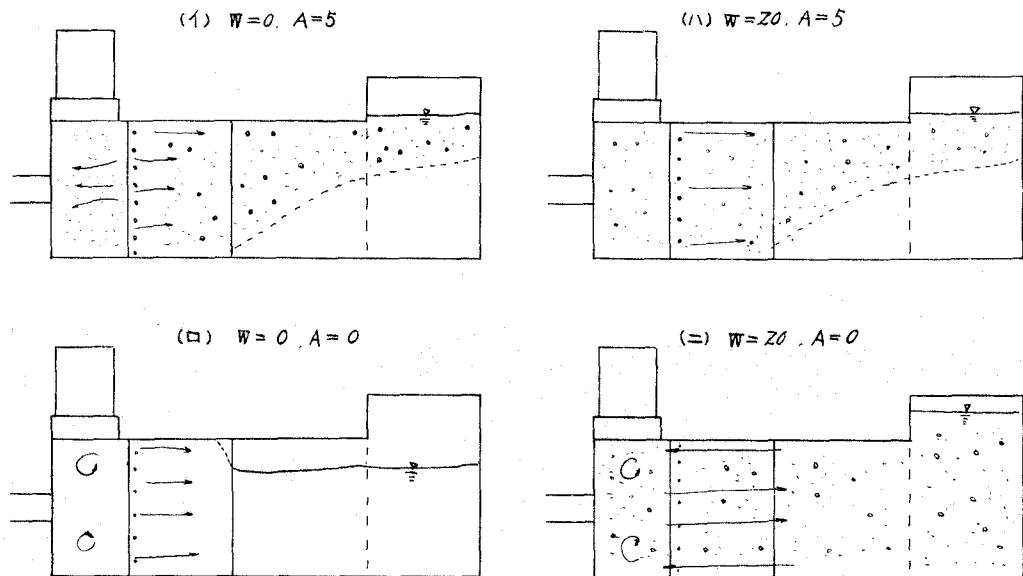


図-4 流況

(イ)  $W=0, A=5$  放射された高速水流はⅡの上流部で抗に衝突し、同時に空気孔より空気が混入し、激しい攪乱流が形成される。それは直ちに同筒内に拡がり次々と抗の間を通過してエネルギーを失いⅢの部分にほぼ整流された状態で流出する。Ⅱの部分は  $Q<5.5$  では自由表面を持ち、 $Q7, 9$  では満管流となる。しかしこの場合、流れの上半部は気泡流となっており、流量と空気流量とはほぼ等量である。

(ロ)  $W=0, A=0$   $Q2 \sim 4$  では(イ)と同じ流況であるが  $Q>5.5$  ではⅡの上流側は満管になっている。Ⅰ及びⅡの上流部分には著しく激しい渦を伴う攪乱が生じ、エネルギーは集中的にこの部分で失われている。従ってⅢの部分では非常に静かな流れとなっている。このことから、減勢効果のみを考えれば空気孔を用いた方が有利と考えられる。

(ハ)  $W=20, A=5$  この場合の流れは(イ)と似ているがⅠの部分に渦が生じている点と、 $Q<5.5$  でもⅢの部分が満管である点とが異なっている。

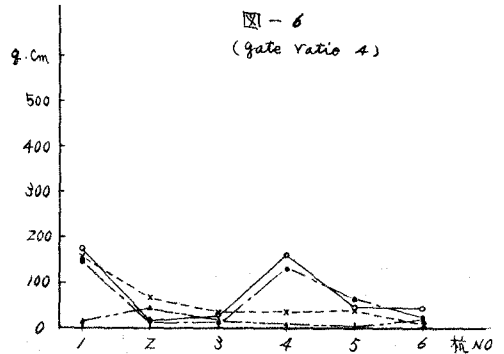
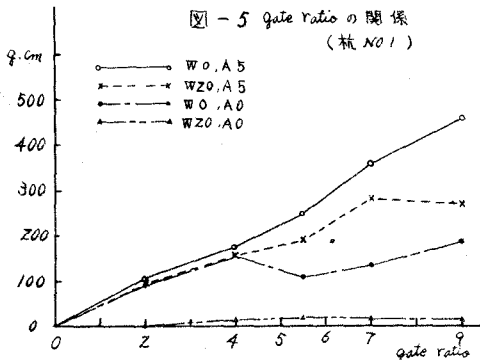
(ニ)  $W=20, A=0$  この場合は前と異なり、円筒部の中心付近は下流に向う流れが生ずるが周辺部では逆流が生ずる。これはⅠの部分の圧力が相対的には一番低いためと考えられまた外気が低圧部に周期的に補給される一種のエア-ハンマーの如き現象が生ずる。

### 3. 実験結果

実験は前述の4系列について行われたが、単杭と群杭との結果は良く似ているので単杭の結果のみを示すこととする。

#### (1) 減勢杭の中立軸変位に関する実験結果

図-5 は  $W$  と  $A$  を一定にした時、 $G$  が中立軸変位に及ぼす影響を示し、又図-6、7 は水理条件を媒変数にとった時、各杭の中立軸変位の分布を示すものである。同図より

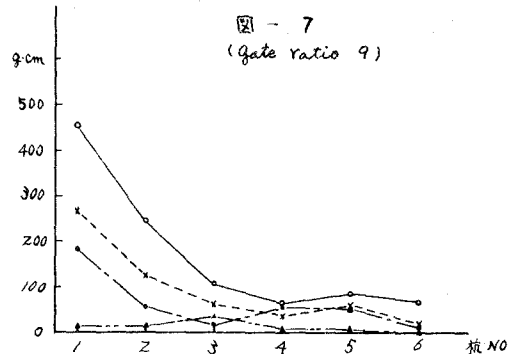


① バルブ開度に関して  $G$  が大きい程、即ち杭に当る流れの運動量が大きい程変位は大きい。(図-5)

②  $G$  の小さい場合には各条件の間で  $W=20$ 、 $A=0$  を除いては余り差が認められな。

これは流水が円筒部周辺部に偏在し、中心部は中空になっているため、工の部分の圧力が外気とほぼ等しくなっているからと考えられる。(図-6)

③  $G$  が大きくなると、空気孔の影響が著しく現はれ、 $A$  が大きい程、変位は大きい。これは流水機構が工の部分の圧力低下と密着の関係を有する事と、混入空気が大きいと流水断面を少くし工の部分の流速を大きくする事によるものと考えられる。(図-7)



④ ヤキ上げ水位の影響は空気孔のそれより少いが認められる。即ち  $W$  が大きいと変位は小さくなるが、これは下流側の水位が上昇すれば射出水脈に押し戻り、強く傾向にあるためと考えられる。(図-7)

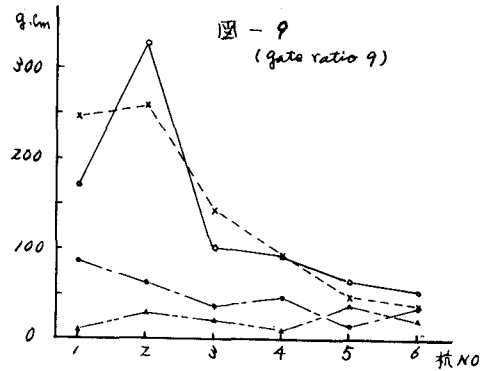
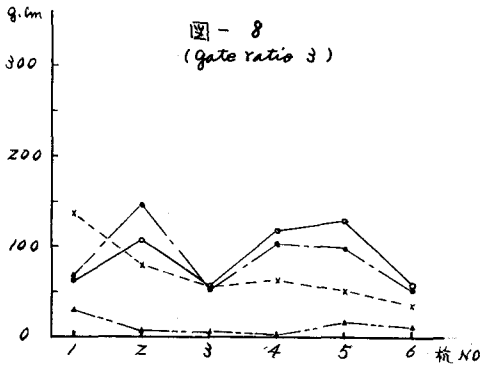
⑤ 各列における杭変位の縦方向の分布に関して、杭1が最も大きく次第に小さくなり、4で極小となり以下わずかに増しさらに低下する。この事は円筒内部で流水の運動量が失はれて行く課程がはばる段階に分れている事を示すものである。(図-7)

⑥ 空気孔を開けば減殺されるエネルギーは大きくなるにもかかわらず、杭変位は非常に小さくなる。これは射出水が散乱し円筒内断面を蓋ったため、工の部分は外気と完全に遮

断され、かつ低圧となるので流れの系全体としての割合を保つようになるからである。

#### ④ 杭の振巾に関する実験結果

各種水理条件に対応する減勢杭の平均振巾は図-8, 9 に示され、これからより、



①  $G$  の小さい場合には、中立軸変位と同様に  $W=20, A=5$  を除いては余り差が認められず。縦断方向の分布は  $W=0$  ではかなり不規則になっていて杭2, 杭5では極大、杭3では極小になっている。(図-8)

②  $G$  が大きくなると、空気穴やセキ上げの影響が現はれて来る。その定性的な傾向は中立軸変位のそれとほぼ同じである。ただしここでは空気穴全開の場合、杭1の方が杭2よりやや振巾が小さい事と、それより下流では振巾はほぼ一様に低減して行く事が認められる。(図-9)

③ 空気穴を用いれば、さらにセキ上げを大きくすれば杭の振巾は小さくなる。従ってこの様な場合には杭自身の受け持つ流水抵抗、換言すれば杭の背後に形成される渦によって消費されるエネルギーは比較的少ないのではないかと考えられる。(図-9)

単杭ならびに群杭に関する実験結果を総合すれば次の事項が示される。

- ① 杭の振巾を  $m$ 、中立軸変位を  $M_0$  と表した時、単杭では  $m/M_0 = 1.0 \sim 1.2$  となり、群杭では  $0.8 \sim 1.2$  程度となる。これは杭が交番応答を受ける事を意味しているので実際の設置ではこの実を考慮して合理的な設計を行うべきである。
- ② 杭の受ける静的ならびに動的な流水抵抗が空気穴を用いると少ないからと言って、空気穴を開ける事は Cavitation の実から危険である。設計条件としては、飽くまで  $A=5, W=0$  を採用すべきである。
- ③ 若置内で流水がエネルギーを失う機構は複雑であるが、設計条件に近い場合には杭の背後に生ずる渦によって失われるエネルギーが大きい。空気穴を開け、セキ上げを高くした場合、むしろ工の部分に形成される強力な渦によるものが大であると考えられる。