

10,000m³ステンレス角型配水池について

後藤 道雄(バルテクノ技研) ○河村 春彦(バルテクノ技研)

1. はじめに

ステンレス配水池は水道分野の施設として登場してから日が浅いが、加速的にその実績を伸ばしている。形状的には、円筒型、角型(矩形)があるが圧倒的に角型が多い。ステンレス配水池の容量として採用されてきたのは、1,000m³以下の比較的小型のものが大部分を占めてきていたが、年々大型化する傾向にある。

角型配水池は、円筒型と異なり壁だけでは構造物として成り立たないので、内部補強材が不可欠である。この内部構造については、一般にトラス構造・ラーメン構造などがありメーカーによって基本構造の採用は異なっているのが現状である。しかし、配水池自体が比較的小型の場合は、さしたる問題もないと思われるが、10,000 m³クラスの大型構造物となった時、従来とは全く異なった考え方でその設計にのぞまなければならないので、以下に紹介をしたい。

2. 壁自立型角型ステンレス配水池

今回の配水池に採用した新構造の概要は、以下の通りである。

図1に示すように、配水池は、寸法：48×24×10 Hm、満水水位：9.7m、有効容量：10000m³の2池式角型配水池である。同配水池の最大特徴として、対向の側壁を連結する水平材を用いないことと、側壁の補強の為に壁際に縦置きトラスばりを設置することである。即ち、片側の壁が独立した壁自立型補強方式となっている。また、天井の積載・積雪荷重を支える為、3m間隔で鋼管柱を設置し、縦置きトラスばり脚部の浮き上がりを防ぐ為、アンカーボルトを基礎に直接に埋め込んだ。

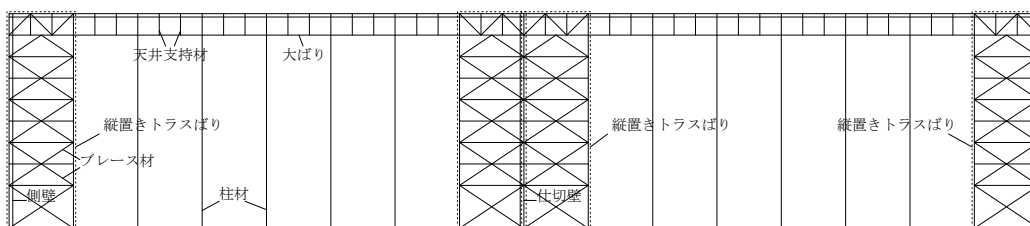


図1 10,000m³ 配水池の内部構造

3. 構造設計の考え方

配水池は、建物等の構造物と異なり、常時においても水平方向に左右対称な静水圧荷重が作用している。この水平外力に対応する為、従来から水平材を設置することが定番である。

図2のトラス構造を有する配水池では、静水圧荷重Pとすれば、ブレース材の設置がない場合、水平材に発生する軸力P_TはPと等しいが、ブレース材の設置がある場合、その負担状況が変わりP_T<Pとなる。その負担割合 (P_T/P) は、様々な要素、特に水平材の長さに大きく左右され、定量関係がおおよそ式(1)で表せる。

$$\frac{P_T}{P} = \frac{2A_r B}{2A_r B + A_b L \cos^3 \theta} \quad (1)$$

図3は、式(1)をグラフ($A_T=A_B$ $B=2m$ $\theta=45^\circ$)にしたものである。ここで、 A_T 、 A_B は水平材とブレース材の断面積である。図3から、水平材の長さが短い場合、水平材は静水圧の大半を負担するが、長くなれば負担割合が減少し、50mを越えると約2割しか負担していないことが明らかになった。このことから水平材が長い場合、ブレース材を強化すれば、水平材の設置はなくても、構造上問題がないと考えられる。

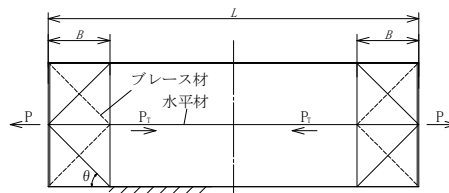


図2 水平材負担割合の算出モデル

実際の配水池の設計では、縦置きトラスばりについて、まず静水圧荷重を用い下端部固定・上端部ピンのはりモデルとして算出した応力で安全性の確認を行い、更にその応力に、動水圧荷重を用い下部固定・上部フリーの片持ちばりモデルとして計算した応力を加えて、その安全性の確認を行った。同条件下の配水池の変位及び部材の応力について、市販ソフトMSC. Nastran2002を用い、

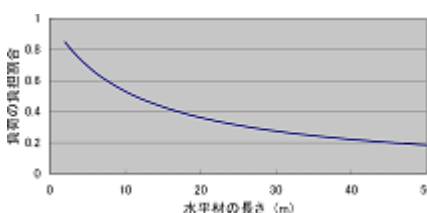


図3 水平材の長さ負担割合の関係

3次元シミュレーション解析を行い、その結果の一部を図4に示す。解析結果から、各部材の応力はその許容範囲にあり、構造計算手法の妥当性が確認された。

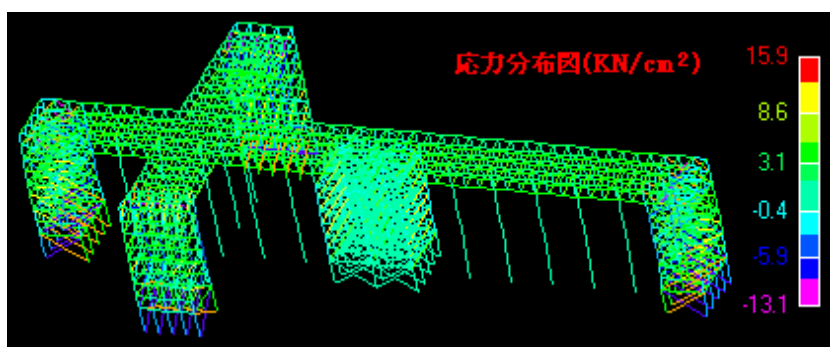


図4 三次元FEM解析の結果(部材の軸応力分布)

4. 壁自立型配水池のメリット

- (1) 水平材がないので、配水池内に開放感があり、保守・点検には便利である。
- (2) 水平材がないので、水平材同士または水平材と鉛直材の交差点の数は大幅に減少し、溶接時間の短縮を図れ、建設コストダウンが可能となった。
- (3) 今回の10,000m³配水池を同じ条件下で、仮にトラス構造で設計した場合は内部補強材が1.3倍、ラーメン構造の場合は3.0倍以上の内部補強材が必要であり、大容量配水池では、内部補強材重量の大幅な削減が可能となり、配水池の建設費を大きく削減できた。

5. まとめ

ステンレス配水池は、その耐震性、経済性、美観、衛生性、フリーメンテナンス性など多くのメリットが評価され、自治体で採用が進んでいる。しかし、現在のところでは、複数メーカーが独自の構造を持ってこれに対処するのみで、体系的にその構造を網羅されてはいない。容量や高さなどが大型化するに従い、構造物として一つの指針が持たれるべきであろうと思われる。

本稿がこの問題への一つの機運への一石を投じることにできれば幸いである。