

I - B384

PC卵形消化槽に作用する風圧について

鹿島建設技術研究所 正員 新原雄二 林田宏二
鹿島建設土木設計本部 正員 榎本恵太

1. はじめに

PC卵形消化槽（以下、卵形タンク）は、下水処理場において活性汚泥を分解する施設で、卵形をしたPC構造物である。1998年現在、全国35の下水処理場、82基の卵形タンクが建設されており、今後とも普及するものと考えられている。本報告は、卵形タンクに用いられる外装材の設計用風荷重の評価を目的として実施した風洞実験の結果について述べるものである。

卵形タンクは図-1にあるように、卵を立てて下側1/3～1/2程度を地面に埋めたような形状をしており、上部にはスラッジポケットとよばれる突起がある。卵形タンクの大きさは下水処理場ごとに若干異なるが、形状はほぼ相似形であり、通常、2～3基程度の卵形タンクが近接して造られる。したがって、外装材設計用風荷重の評価においては、スラッジポケットの影響や複数配置されたタンク間の影響などを考慮する必要がある。

2. 風洞実験の概要

実験は鹿島技術研究所所有の汎用境界層風洞（幅2.5m、高さ2.0m）で行った。実験に用いた気流は、下水処理場が建設されることの多い河川下流域を想定して、建築物荷重設計指針¹⁾の粗度区分Ⅱに相当する境界層乱流である。実験に使用した模型は、代表的な卵形タンクを縮尺1/100で模擬したもので、表面には高さ方向に12点、円周方向に36点の合計432点の圧力孔を設けている（図-2）。卵形タンクに作用する風圧はレイノルズ数の影響を受けると考えられるが、模型の表面粗度として、滑面の場合とφ0.6mmのワイヤーを5°ピッチで縦方向に貼り付けた場合について実験を行った。この表面粗度は、実際の卵形タンクの外装材の突起を想定したものである。風洞実験は、単体タンクを用いて表面粗度の影響とスラッジポケットの影響を調べるもの、2基ないし3基の卵形タンクを様々な間隔で配置して、タンク間の相互作用の影響を調べるものなどを行った。ここでは代表的な結果のみを示す。

3. 表面粗度の影響について（単体タンクの場合）

スラッジポケットの付いていない単体タンクの滑面と粗度ありのケースの平均風圧係数の分布を図-3に示す。図-3は風上面を0°として、模型表面を展開して図化したものであり、上部ほど実際の面積以上に拡大されて表現されている。また、平均風圧係数が0.8以下の部分には色を付けている。滑面の場合には、圧力が低下する部分の面積が広く、風上位置から80°付近で平均風圧係数が-1.3程度にまで低下している。これに対して、表面粗度を付加した場合に最も低圧となるのは、風上面から70～80°付近で平均風

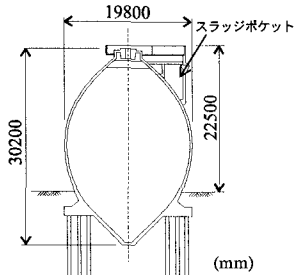


図-1 PC卵形消化槽

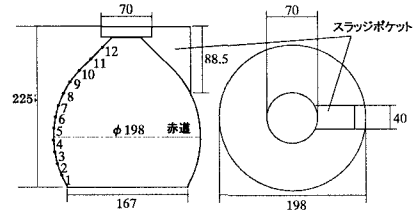


図-2 実験に使用した模型（単位：mm）

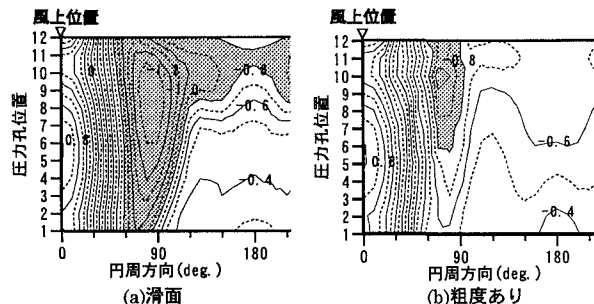


図-3 表面粗度の違いによる単体タンクの平均風圧係数

キーワード：PC卵形消化槽、風圧、外装材

〒206-0014 東京都調布市飛田給 2-19-1 Tel. 0424-89-7076 Fax. 0424-89-7078

〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 Tel. 03-5561-2188 Fax. 03-5561-2156

圧係数は-0.9～-1.0である。これらの圧力低下領域はタンクからの流れの剥離によるものと考えられるが、表面粗度により平均圧力分布が大きく変化している。外装材設計において、過度に大きな風荷重を想定することは合理的な設計とはならないことから、表面粗度の付いた卵形タンクを対象に、以下の実験を行った。

4. スラッジポケットの影響（単体タンクの場合）

次に、スラッジポケットの付いている単体タンク（表面粗度付き）の平均風圧係数分布の一例を図-4に示す。スラッジポケットの位置を 0° として、風向は 22.5° である。図-4より、スラッジポケットからの剥離流れの影響でスラッジポケット近傍の風圧が低下しており、外装材設計ではスラッジポケットの影響を考慮する必要があることがわかる。

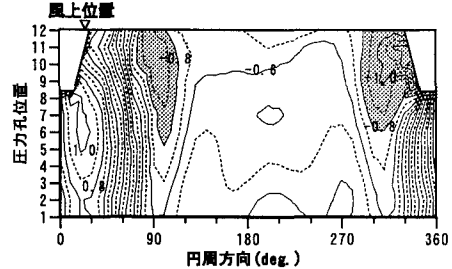


図-4 スラッジポケットがある場合の単体タンクの平均風圧係数（表面粗度付き、風向 22.5° ）

5. 複数配置された卵形タンクの風圧

卵形タンク2基を設置し、その中心間隔 L を $1.1D \sim 2.5D$

（ D ：タンク直径）まで変化させた場合の赤道位置（図-2の圧力孔4）における平均風圧係数の円周方向の変化を図-5に示す。タンク間隔が小さい場合（ $L/D=1.1, 1.25$ ）では、タンク間のギャップ付近の風圧が低下しており、タンク間を収束して流れる風の影響によるものと考えられるのに対して、 L/D が1.5以上になると、平均風圧係数に及ぼすタンク間の相互作用の影響は少なくなることがわかる。この他にも、卵形タンク3基を直列に配置した場合や三角形に配置した場合などについても実験を行ったが、隣接するタンクとのギャップ付近の平均風圧係数は、同じタンク中心間隔を有する2基配置におけるギャップ付近の平均風圧係数と概ね同じであった。したがって、3基以上が配置される場合にも、基本的には隣接する2基の卵形タンクの中心間隔を

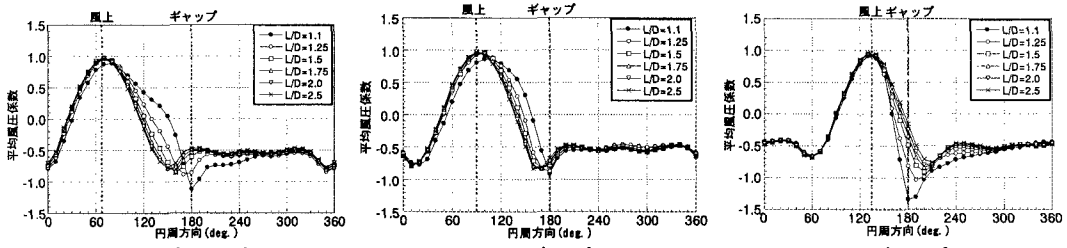


図-5 タンク2基配置における圧力孔4の平均風圧係数（表面粗度付き、 180° がギャップ位置に相当）

考慮して、ギャップ付近の平均風圧係数を決定すればよいと考えられる。

6. 外装材設計用の風荷重

本実験で得られた風圧を基に提案した平均風圧係数（外圧係数）を図-6に示す。ギャップ付近については、隣接する2基の卵形タンクの中心間隔を考慮し、また、スラッジポケット近傍についても、その影響を考慮した。3基以上の卵形タンクが配置される場合にも、隣接するタンクの距離を考慮して図-6から求めればよい。実際の外装材設計においては、設計風速を設定し、図-6の平均風圧係数にガスト影響係数を考慮して風荷重を評価することとなる。

参考文献：1)建築学会；荷重設計指針同解説，1993年。

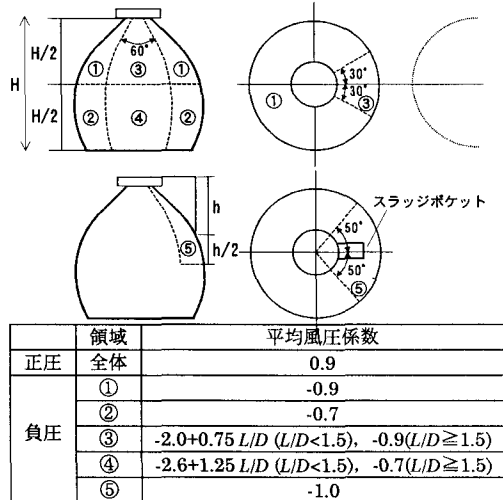


図-6 卵形タンク外装材設計用風圧係数の提案