



超大規模数値流体解析による 建物局部風圧の予測

研究・開発機関 : 清水建設(株) 技術研究所
 利用施設 : スーパーコンピュータ「京」
 計算規模 : 10億~100億格子
 利用ソフトウェア : 流体計算オープンソースOpenFOAM

Before

- 高層階をセットバックした建物形状に対して、風洞実験では建物短辺に正対する方向からの風が入隅部の壁面に大きな局部風圧を発生させますが、その発生機構は不明でした。
- 1億格子規模の計算でも対象としたセットバック建物の外装材設計等に必要とされている局部風圧の負側のピーク値を予測するまでは至っていませんでした。

After

- 従来の計算ではセットバック建物形状に対し、風圧の平均値しか再現できませんでしたが、「京」の利用により風圧の大きな変動およびそのピーク値を概ね再現することが明らかになりました。
- これより入隅部の壁面に大きな局部風圧を発生させないための低層建部の形状や配置の工夫などが可能となります。

背景と目的

台風・竜巻等の強風に曝される建物は、集中的な局部風圧の発生により建物の外装材や内部空間に損壊が生じることがあり、そのため耐風安全性設計においては局部風圧の予測と低減を行う必要があります。

そこで、非常に細かい計算格子を用いて流れ場の乱流構造を詳細に解析できる局部風圧の予測システムを開発し、実験結果との比較によりシステムの予測精度を検証するとともに、スーパーコンピュータ「京」で超大規模数値流体解析を行うことにより、建物の局部風圧の飛躍的な予測精度の向上が可能となりました。

ここで得られた詳細な物理量の分析とその3次元可視化を行い、局部風圧の生成機構を解明し、その制御機構を提案し、建築分野のものづくりにおける画期的な流体設計法を確立することを目的とします。

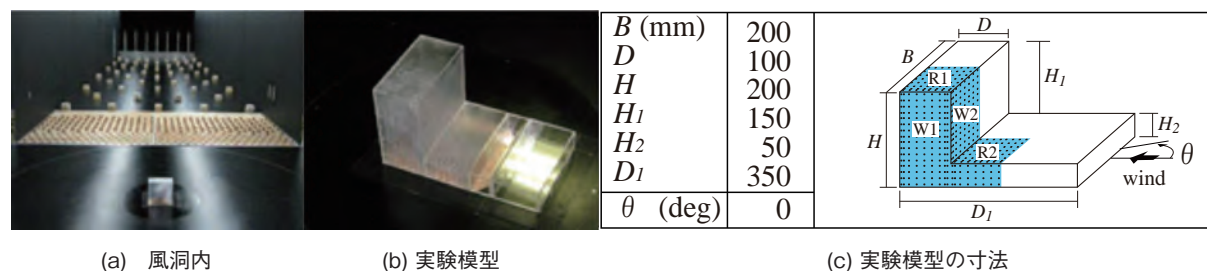


図1. 実験風洞内のセットバック建物の写真と実験模型

利用成果

図1で示すセットバック建物を対象とした風洞実験、従来の計算機および「京」を用いた結果を図2、図3に示します。

図2に風洞実験、従来の計算機およびスーパーコンピュータ「京」を用いた計算から得られた建物に作用する局部風圧の負側ピーク値の一例を示します。

「京」を用いた大規模計算(10億格子)は、従来の計算機で予測困難とされている入隅部の壁面における大きな局部風圧を精度よく予測できることが分かります。

また図3にその入隅部の壁面に最もクリティカルと思われる点での風圧係数の時系列を示します。従来の計算機では風圧の平均値しか再現できなかったのに対して、「京」の利用により風圧の大きな変動およびそのピーク値を概ね再現できるようになりました。

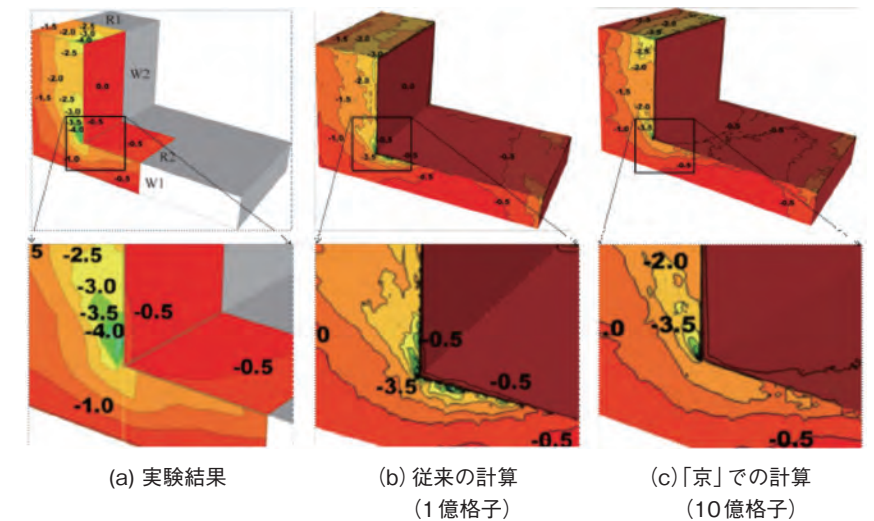


図2. 建物に作用する局部風圧の負側ピーク値

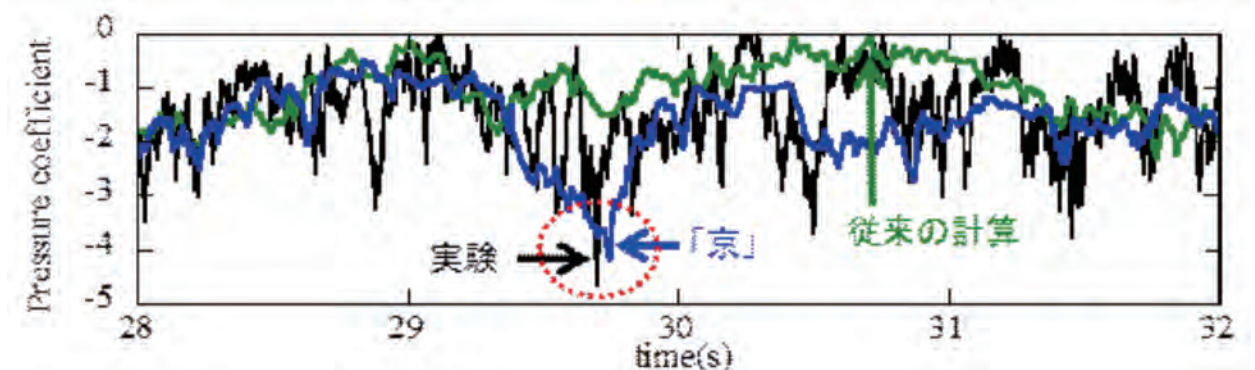


図3. 入隅部近傍での風圧係数の時刻歴の相対比較

このような大規模計算によって得られた詳細な情報を3次元可視化することで、風洞実験では解明できなかった局部風圧の発生による複雑な流れ場の挙動が明らかになりました。この知見から、隣接建物の空間配置を工夫するなど、局部風圧の軽減や制御のための対策が検討できるよう期待されています(図4)。

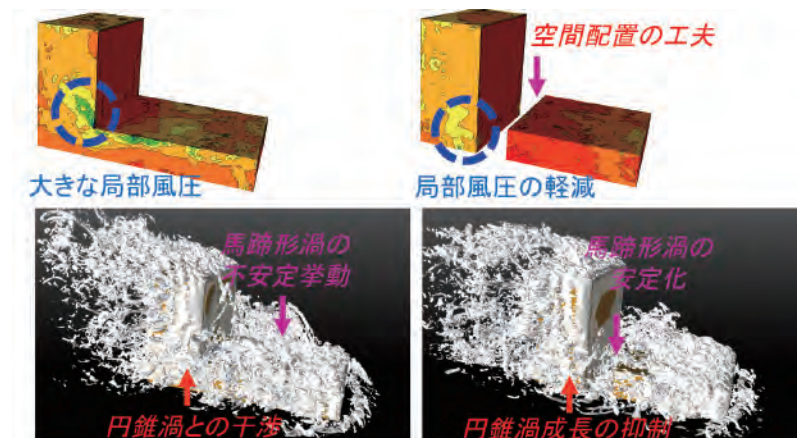


図4. 流れ場のパッシブ制御と局部風圧軽減の提案