

埼玉大学工学部 正会員 東原 紘道
大豊建設(株) 正会員 小菅 和男

1. はじめに

現在、高性能通信施設設置の社会的意義が高まっている。これに応えるべく通信装置の精度改良が進められると共に、それらの機器を収納する構造物の、大型化、気密化、電磁波の透過性の改善が要請されている。ここにFRPを構造材料に選り、その材料強度の不足を、従来無視されてきた膜部の剛性を評価し、さらに構造上の工夫を加えることにより補い、構造の軽量化と大型化をはかることが提案されている。本研究は、図-1に示すような、多角形膜構造パネルからなる多面体FRPドームを解析することを目標としている。

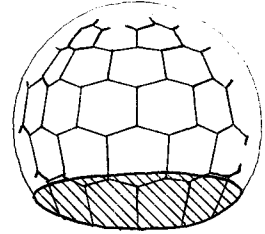


図-1;多面体ドーム

2. 解析方法

本研究では、従来無視されてきた膜部材を構造要素に取り込むために次のような方法をとる。まず各パネルのすべての対角線に相当する仮想的トラス部材を考え、パネルの膜の力学的特性に等価となるように剛性を与える。したがって、この仮想部材の力学的特性は、引張力に対しては弾性的に抵抗するが、圧縮力には抵抗しないという材料非線型性にある。このようにして、本研究では立体トラス解析法と剛性変化法を組み合わせて、繰り返し計算により、多面体膜構造の解析をおこなった。

3. 解析結果

解析例としては、図-2に示すような正十二面体を扱う。また外荷重としては、雪荷重と風荷重を取り上げることにした。構造の安定化のために内圧も作用させた。

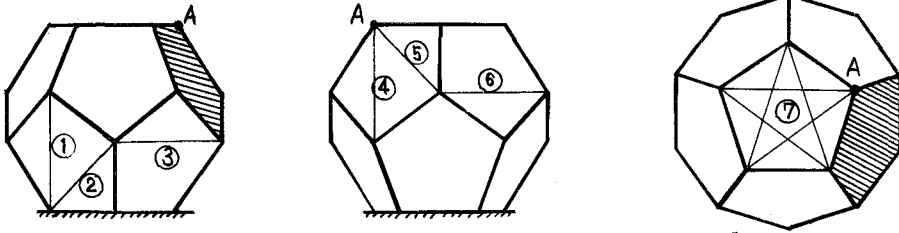


図-2;解析例の正十二面体と仮想的トラス部材番号

(1) 雪荷重の場合

雪荷重による構造の変形状態と、雪荷重と部材応力の関係を示す。

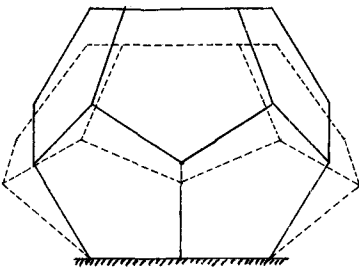


図-3;雪荷重による変形

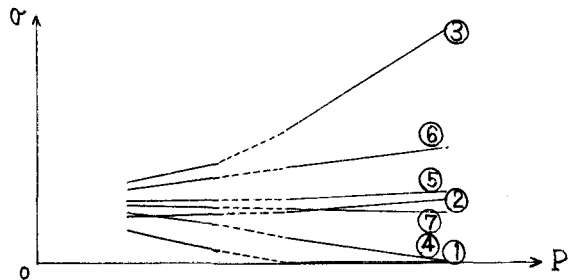


図-4;雪荷重と部材応力

図-4より、構造下部に位置する腰部材にかかり大きな引張応力が生じることがわかる。本解析では雪荷重を節点力化しているが、構造上面の腰部材の部材応力については、より詳細な解析が必要である。

(2) 風荷重の場合

風荷重は図-5に示すような代表的2方向からの風を、静的に考えて解析した。変形状態を次に示す。また風荷重と部材応力の関係をその次に示す。

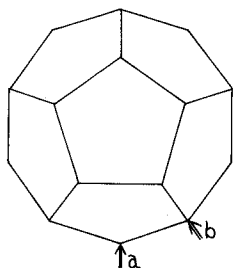


図-5；風向

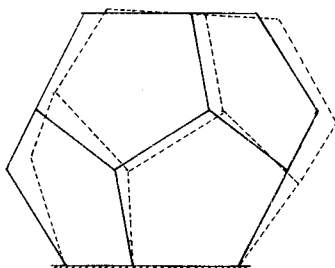


図-6；aの場合の変形

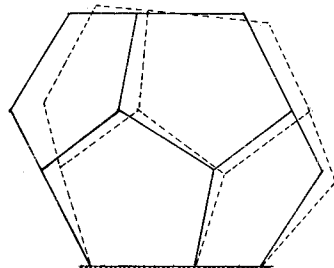
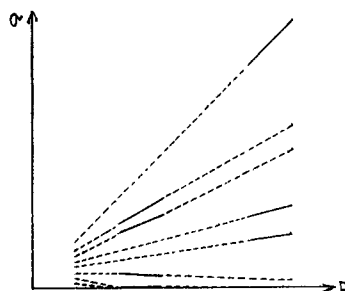
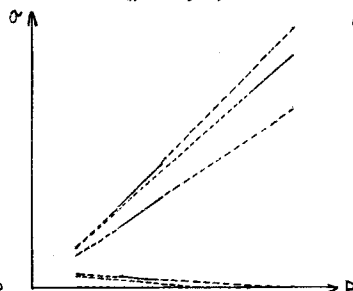


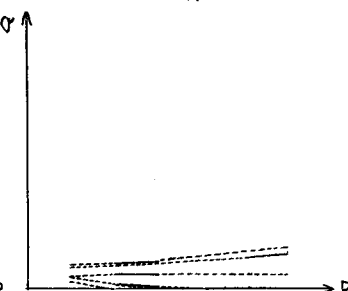
図-7；bの場合の変形



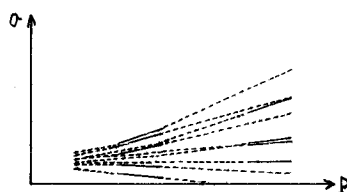
①構造下部腰部材垂直方向



②構造下部腰部材斜め方向



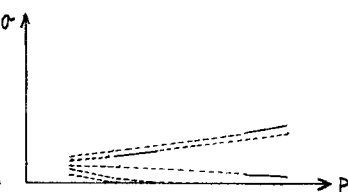
③構造下部腰部材水平方向



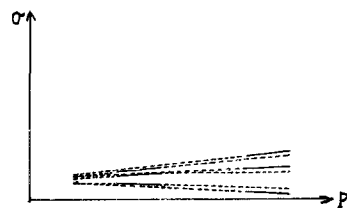
④構造上部腰部材垂直方向



⑤構造上部腰部材斜め方向



⑥構造上部腰部材水平方向



⑦構造上面腰部材

構造上面の腰部材には、本解析で想定した静的風荷重ではほとんど応力変化がみられない。腰部材の局部座屈も生じにくい。構造上部の腰部材には、ある程度の応力変化がみられる。局部座屈も生じるようになる。しかし最も大きい応力変化を示すのは構造下部の腰部材であり、局部座屈も生じやすいことがわかった。風は風向風速いずれも変動しているものであるから、ここに位置する腰部材の応力も、常に大きく変化することが予想される。

4. まとめ

雪荷重・風荷重、いずれの荷重に対しても最も大きな応力変化を示したのは構造下部に位置する腰部材である。荷重量を増加していくと、最初にこの腰部材に局部座屈が生じ、やがて構造上部の腰部材にも及んでいくという傾向があることもわかった。