

課題情報シート

課題名：	フレーム工法におけるジオデシックドーム製作とフラッター・エコー検証		
施設名：	東北職業能力開発大学校附属秋田職業能力開発短期大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	住居環境科
課題の区分：	総合制作実習課題	課題の形態：	研究・製作

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

建築構法、構造設計、建築施工実習Ⅰ、環境工学ⅠⅡ、環境工学実験ⅠⅡ、安全衛生工学

(2) 課題に取り組む推奨段階

建築構法、建築施工実習Ⅰ終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、主に木材加工技術と施工管理の実践力を身に付けます。また、音環境測定技術の実践力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：4名

時間：216時間

本課題ではフレーム工法でジオデシックドームを製作することを試みました。フレーム工法でジオデシックドームを建設する場合は専用の接合金物が必要となりますが、今回はアートNPOヒミングの平田氏が考案した簡易的な羽子板ボルトを使用する方法を用いました。また、この工法は羽子板ボルトの使用法が通常の用途とは異なるため構造的な検討もおこないました。一方、フラッター・エコーは鳴き竜とも呼ばれ、日光東照宮本地堂が有名です。これは拍手の音が反響し、尾を引いて聞こえる現象です。ドーム構造においてはこれらの現象が生じやすく、音声などが聞き取り難しくなります。そこで、製作したジオデシックドーム内部において、フラッター・エコーの抑制法について検討をおこないました。

課題の成果概要

羽子板ボルトによるフレーム工法を用いて、直径5mの75面体ジオデシックドームを製作しました(図1)。フレーム材には秋田スギを用いました。フレーム製作後、面材として構造用合板を貼り付けました。そして、フラッター・エコー現象を比較するために、面材だけの場合と、吸音材としてグラスウール断熱材をはめ込んだ場合で、インパルス応答波形を比較しまし



図1 製作したジオデシックドーム

た。その結果、グラスウール断熱材をはめ込んだ場合には、フラッター・エコーが抑制されることが確認できました(図 2)。

また、接合金物として用いた羽子板ボルトについては、本来の用途と異なる使用となるため、構造耐力の確認をおこないました。製作したドームについて、有限要素解析法 (FEM) により積雪荷重に対する応力解析をおこないました。その結果、大館市の垂直積雪量 150cm においては、最大で 4.14kN の圧縮軸力、3.92kN の引張軸力が生じ (図 3)、羽子板ボルトの座屈耐力が不足することが判明しました。

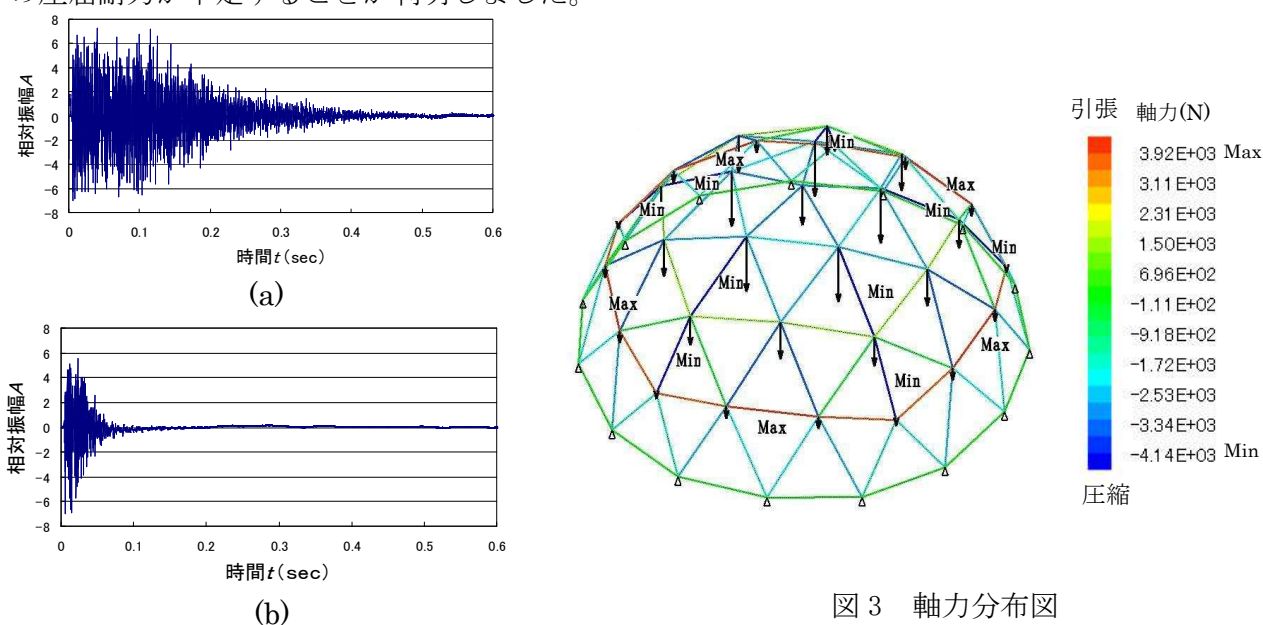


図 3 軸力分布図

図 2 インパルス応答波形

- (a) 面材のみ
- (b) 面材+グラスウール断熱材

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

本課題については、ジオデシックドームの構造が理解できていれば、総合制作以前の建築施工実習 I による施工技術や環境工学実験による測定法を活用することで、取り組みます。ポイントは、総合制作初期の段階で学生がジオデシックドームについて、いかに理解を深められるかになります。そこで、ジオデシックドームについての構造理解を深めるための模型製作のプロセスを紹介します。また、実際のフレーム材の加工と組み立てのポイントを紹介します。

養成する能力 (知識・技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練 (指導) ポイント
○適切な文献調査ができるようになります。 ・卒業生の関連作品の卒論および現物調査	◇文献調査 今課題ではフレーム工法になりますが、卒業生が製作したパネル工法によるジオデシックド	●インターネットを多く活用しますが、情報の信憑性について、学生には指導をします。特に、情報の発信元の確認おこないま

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<ul style="list-style-type: none"> ・出版物による調査 ・ドーム関連の web サイトによる調査 ・論文検索サイトによる調査 <p>○ジオデシックドームの構造が理解できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ペーパー模型の製作 ・フレーム模型の製作 	<p>ームが存在するので、卒論と現物の調査をおこないました。</p> <p>インターネットを活用し、ドーム関連の web サイトから構造について調査しました。また、指導教員の著作論文の読み合わせと、論文検索サイトによる関連論文の調査を合わせておこないました。</p> <p>◇ジオデシックドームのペーパー模型製作</p> <p>もっとも単純な 2 分割の 40 面体ドームについて、2 次元 CAD により展開図を作成し、ペーパー模型を製作しました。その後、本課題で作成する 3 分割の 75 面体ドームについて、ペーパー模型を作成しました。</p>  <p>◇フレーム模型の製作</p> <p>1/10 スケールのフレーム模型を製作しました。フレーム材は、スギの廃材を昇降丸のこ盤と自動一面かんな盤で、所定の断面寸法と長さ成形しました。羽子板ボルトは 1/10 スケールということもあり、代わりにヒートンと皿ネジ、ナットを使</p>	<p>す。</p> <p>また、ゼミの時間に調査した内容について発表をおこない、理解度に合わせて個別に指導します。</p> <p>●正二十面体からの分割数と基本辺長および角度を理解させます。</p> <p>表計算ソフト(Excel®)等を使用し、ドームの頂点座標表から、角度と辺長を計算します。</p> <p>●ヒートンをフレーム材に取り付ける際に、ヒートンが重なり合うため、その厚み分ずらして、取り付けます。</p>

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○羽子板ボルトによるフレーム工法のジオデシックドームが製作できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フレーム材の加工 ・フレーム材の組み立て 	<p>用しました。</p>  <p>◇フレーム材の加工 フレーム材の加工手順としては、所定の長さに切断後、木口の中心からボルト穴を開け、電動角のみでナットが取り付く箇所に角穴を開けます。その後、ボルト穴に所定の角度に折り曲げた羽子板ボルトを通し、ナットで締め付けます。</p>  <p>◇フレーム材の組み立て 組み立て作業は羽子板ボルトを装着した部材を下から順番に羽子板ボルトを重ねて、ボルトで締め付けます。</p> 	<p>●木口からボルト穴を垂直にあけるためには、電動ドリルにジグを取り付けます。</p> <p>●羽子板ボルトは万力ではさみ、所定の角度に折り曲げます。角度を記した厚紙などがあると便利です。</p> <p>●ボルトの締め付けは、ラチェットレンチの他に、メガネレンチがあると便利です。</p>

<所見>

羽子板ボルトを用いたフレーム工法におけるジオデシックドームは、羽子板ボルトの座屈強度が不足するため、実際の建築物への適用は困難となります。しかし、面材を張らないパーゴラとしての活用などは、積雪荷重や風圧力を軽減できるため建設が可能です。また、羽子板ボルトは安価で入手しやすく施工も容易であり、建築を志す学生がドーム構造を学ぶ教材としては十分に活用できると思います。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 東北職業能力開発大学校附属秋田職業能力開発短期大学校
住 所 : 〒017-0805
秋田県大館市字扇田道下 6-1
電話番号 : 0186-42-5700
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/akita/college/>