

課題情報シート

課題名：	鉄骨造ドーム構造物の施工計画と施工管理		
施設名：	関東職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	建築施工システム技術科
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	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

鉄筋コンクリート造・鉄骨造に関する施工、表計算ソフトウェア、CAD
施工管理、施工計画、構造力学、鋼構造の設計、建築材料、建築積算、安全管理

(2) 課題に取り組む推奨段階

応用課程 2 年次

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

当該課題における問題点を把握し、それを解決する方策の立案と実施する能力、及び、問題解決に至るまでの過程と結果について、自ら評価する能力を養います。

(4) 課題実習の時間と人数

人 数：8 名（建築施工システム技術科）

時 間：684 時間

建築物の施工は、設計図書を理解することから始まります。その上で、設計図書の意図が十分反映されるように施工計画を立案し、計画に従って施工を行います。工事の進捗に伴い、工事管理（品質、安全、工程、原価）を行いながら PDCA を回してゆく技術や能力が、現場で施工管理を担当する技術者に求められています。応用課程の建築施工システム技術科では、そのような施工管理が出来る学生の育成を目指しています。

ここでは、「鉄骨造ドーム構造物の施工計画と施工管理」を取り上げました。学生自ら施工計画を立て、施工管理を行い、さらに性能評価までを行うことを目的として学生に提示しました。ある一定の難易度または困難が予想されるように、荷重・スパン・使用する材料などについて、幾つかの制約条件を与え、それらの問題を解決することにしました。

課題の成果概要

当初、学生には「スパン 8m 程度の建築物」という条件を示しました。アーチ、シェル、折板などの構造形式について調べた結果を互いに発表し、施工計画と施工管理技術の習得する目的に沿った構造体として、ドーム（バックミンスター・フラーが考案したジオデシック・

ドーム) 構造に挑戦することにしました。使用する材料については、軽量で親しみ易い木造をベースとして施工することを学生は希望しましたが、より綿密で詳細な施工計画を必要とするという理由で、鉄骨造とすることを条件としました。また、「赤道」より下の部分 (5/8 ライン) で水平に切断することにしました(図 1)。

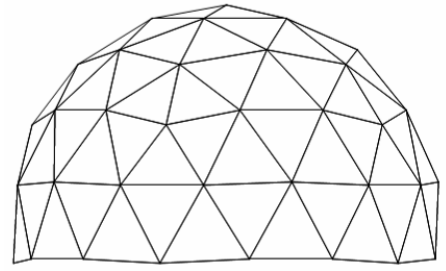


図 1 5/8 の切断ライン

設計図の作図にあたり、節点の座標計算は、幾何学の知識を基に、表計算ソフトウェアを用いて行いました(表 1)。また CAD (場合によっては 3 次元 CAD) を使用して、平面図、立面図を作成しました(図 2、3)。

	座標			辺の数	
	x	y	z		
1.2	0	0.723607	0.447214	0.0000000.0.7236068.0.4472136	1
2.3	0.425325	0.447214	0.58541	0.4253254.0.4472136.0.5854102	2
1.3	0.425325	0.723607	0.138197	0.4253254.0.7236068.0.1381966	3
1.4	0.262866	0.723607	-0.3618	0.2628656.0.7236068.-0.3618034	4
3.4	0.688191	0.447214	-0.22361	0.6881910.0.4472136.-0.2236068	5
1.5	-0.26287	0.723607	-0.3618	-0.2628656.0.7236068.-0.3618034	6
4.5	0	0.447214	-0.72361	0.0000000.0.4472136.-0.7236068	7
1.6	-0.42533	0.723607	0.138197	-0.4253254.0.7236068.0.1381966	8
5.6	-0.68819	0.447214	-0.22361	-0.6881910.0.4472136.-0.2236068	9
2.6	-0.42533	0.447214	0.58541	-0.4253254.0.4472136.0.5854102	10
3.7	0.688191	0	0.5	0.6881910.0.0000000.0.5000000	11
2.7	0.262866	0	0.809017	0.2628656.0.0000000.0.8090170	12
7.8	0.688191	-0.44721	0.223607	0.6881910.-0.4472136.0.2236068	13
3.8	0.850651	0	0.8506508	0.0000000.0.0000000.0.8506508	14
4.8	0.688191	0	-0.5	0.6881910.0.0000000.-0.5000000	15
8.8	0.425325	-0.44721	-0.58541	0.4253254.-0.4472136.-0.5854102	16
4.9	0.262866	0	-0.80902	0.2628656.0.0000000.-0.8090170	17
5.9	-0.26287	0	-0.80902	-0.2628656.0.0000000.-0.8090170	18
9.10	-0.42533	-0.44721	-0.58541	-0.4253254.-0.4472136.-0.5854102	19
5.10	-0.68819	0	-0.5	-0.6881910.0.0000000.-0.5000000	20
6.10	-0.85065	0	0	-0.8506508.0.0000000.0.0000000	21
10.11	-0.68819	-0.44721	0.223607	-0.6881910.-0.4472136.0.2236068	22
2.11	-0.26287	0	0.809017	-0.2628656.0.0000000.0.8090170	23
6.11	-0.68819	0	0.5	-0.6881910.0.0000000.0.5000000	24
7.11	0	-0.44721	0.723607	0.0000000.-0.4472136.0.7236068	25
7.12	0.262866	-0.72361	0.361803	0.2628656.-0.7236068.0.3618034	26
8.12	0.425325	-0.72361	-0.1382	0.4253254.-0.7236068.-0.1381966	27
9.12	0	-0.72361	-0.44721	0.0000000.-0.7236068.-0.4472136	28
10.12	-0.42533	-0.72361	-0.1382	-0.4253254.-0.7236068.-0.1381966	29
11.12	-0.26287	-0.72361	0.361803	-0.2628656.-0.7236068.0.3618034	30

表 1 節点の座標計算(部分)

鉛直荷重については住宅の 1/2 程度の荷重、水平荷重としては地震力と風圧力を見込みました。応力計算は市販書籍に掲載のソフトウェアにより解析しました。主要部材は、50×50 の角パイプとしました。解析上はオーバースペックですが、ある一定の重量の部材を使用することにより、より実際の施工管理ができるものと考えています。部材の接合部(節点)の納まりは、模型やスケッチで検討し、6mm の鉄板と 3.2mm のフラットバーを用いることにしました。続いて各種の部材の施工図、加工図を作成しました(図 4、5)。

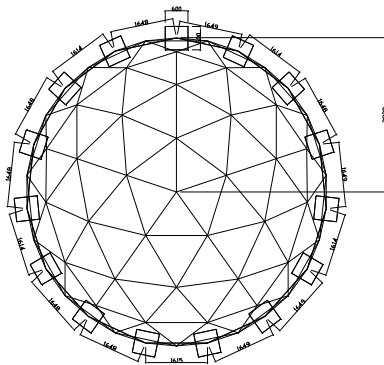


図 2 平面図

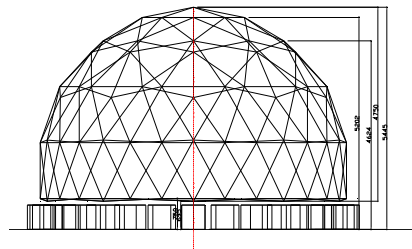
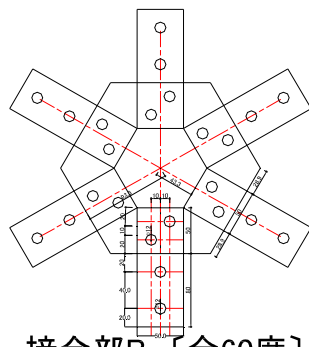
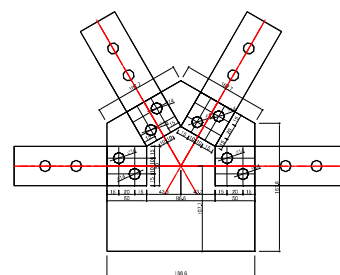


図 3 立面図



接合部B [全60度]

図 4 接合部



ベースプレート接合部 (正面図)

図 5 ベースプレート



図6 ベンチマーク設置



図7 基礎コンクリート打設



図8 ベースプレート

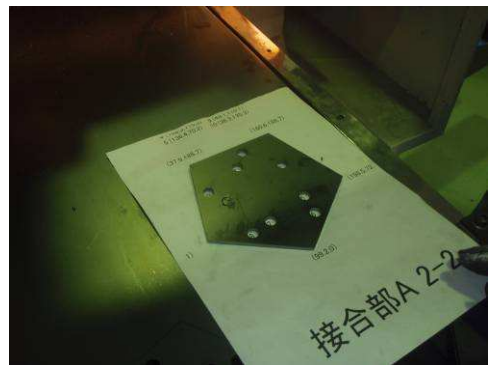


図9 節点プレート

角パイプはバンドソー、ベースプレートはガス溶断で切断し、ベースプレートの組み立ては開先を取って突き合わせ溶接を行いました（図8）。節点のプレートは、切断の精度を要するため、レーザー切断機を使用しました（図9）。

足場は枠組足場で計画し、最上部はパイプサポートを立てて部材を受けるために棚足場としました。ドームが最も広がりをもつ中間部も、当初はパイプサポートで計画していました。しかし、所定の位置に部材を保つことが出来なかったため、単管パイプを内部足場から吊り上げる形に変更しました（図10、図11、図12）。

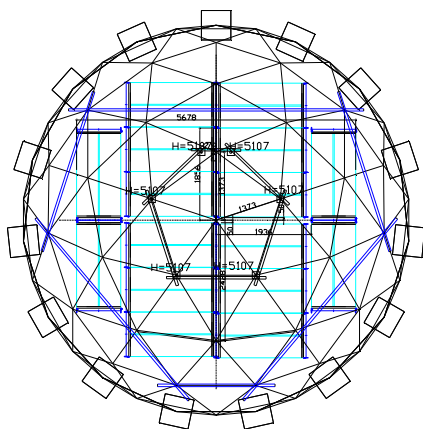


図10 支保工平面図

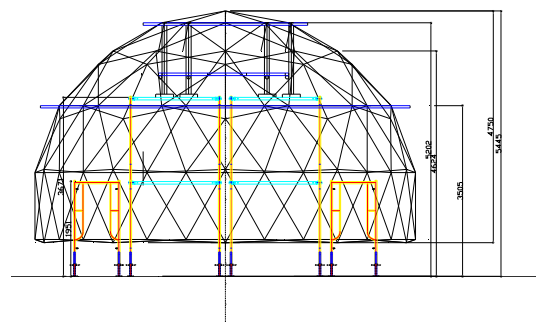


図11 支保工立面図



図 12 足場から吊り下げた支保工

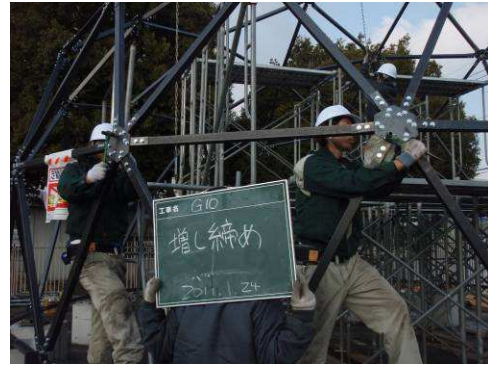


図 13 ボルトの本締め

性能評価の 1 として、ボルト本締め及び内部足場解体後、出来形検査を行いました。XY 方向については各節点から下振りを吊り下げ位置をプロットし、Z 方向についてはレベルでベンチマークからの高さを測定しました (図 14)。XY 方向については、平均値で±7.6 mm、Z 方向については平均値で-7.6mm となりました。スパン 8,000mm に対して 1/1000 以下になります。



図 14 出来形測定

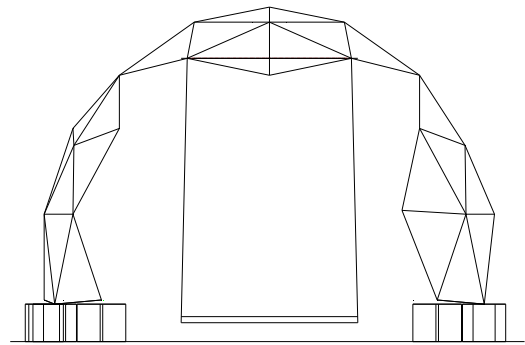


図 15 載荷試験治具イメージ

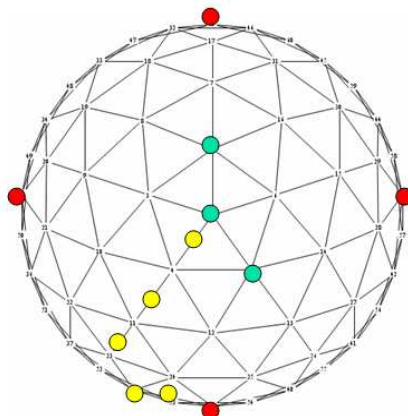


図 16 計測位置

- 鉛直方向・・・3ヶ所
- 水平方向・・・4ヶ所
- 歪ゲージ・・・5ヶ所



図 17 砂利袋による載荷

性能評価の 2 として、載荷試験を行いました。ドーム頂部付近の 5 節点から、ブランコ状の載荷治具を吊り下げ、1 袋あたり 30kg の砂利袋を順次積み上げて行き、水平変位、垂直変位、歪を計測しました (図 15、図 16、図 17)。

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

企画→設計→施工→維持という建築生産の流れの中で、「施工」は図面が実際の建築物となってゆく過程です。図面を現実の形として行くにあたり、施工管理とはどのようなことをするのかを学生に習得してもらうこととなります。そして、その中でも施工計画と施工図の重要性を認識してもらいたいというのが、本課題の一番のねらいです。

実習を行っている上でいろいろな失敗があることと思いますが、その原因を追究し、改善するにはどうすればよいか、あるいは、次に同じ間違いを冒さないためにはどうすればよいかを考え、修正できるような実習課題を提供したいものです。ジオデシック・ドームは総合製作実習などでもしばしば取り上げられるテーマですが、今回はスパン8mとある程度の規模を持たせたことで、学生の取り組む意欲が増すと考えています。



写真10 竣工写真

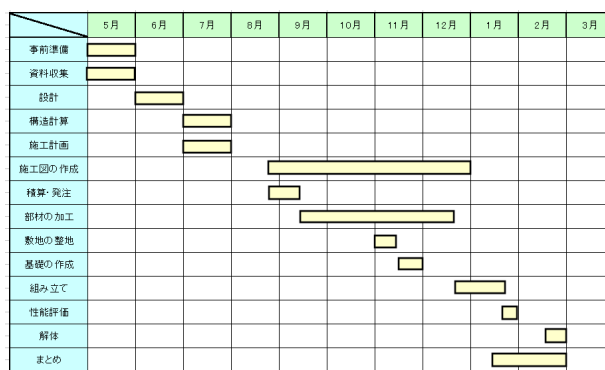


図11 実施工程表

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
○設計図書の作成	◇平面図、立面図、断面図などの作成と構造設計	●設計意図は何かを施工者に伝える法を考えさせましょう
○施工計画の立案	◇工程表、施工計画(手順、施工方法、安全管理)の作成、材料発注、受入検査	●施工にあたって図面が必要か考えさせましょう
○施工図の作成	◇施工上の問題点は何か	●品質、工程、コスト、安全のバランスを考えさせましょう
○性能評価	◇所定の性能を得るには何が必要か	●実習内容(性能)を評価する方法を考案しましょう

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 関東職業能力開発大学校
住所 : 〒323-0813
 栃木県小山市横倉三竹612-1
電話番号 : 0285-31-1711 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/tochigi/college/>