

課題情報シート

課題名：	短管計測システムの開発		
施設名：	九州職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	生産システム技術系
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	研究

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

共通：安全衛生管理、生産管理、品質管理

機械科：CAD/CAM、機械設計、精密加工、鉄鋼材料、自動化機器

電子科：コンピュータシステム技術、電気機器、センサ工学、パワーエレクトロニクス、インターフェース技術、CAD/CAM、PCB

情報科：プログラミング技術、リアルタイムシステム、計測制御、図形処理、通信技術

(2) 課題に取り組む推奨段階

複合技術になるため、課題の前提となる科目の学科及び実技の終了後が望ましい。

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して創造力、企画・開発力、技術連携力を養い、各専門分野の能力の向上を図ると同時に安全衛生や工程管理・品質管理を通して“ものづくり”の実践力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：10名（生産機械システム技術科3名、生産電子システム技術科3名、
生産情報システム技術科4名）

時間：生産機械システム技術科 900時間
生産電子システム技術科 900時間
生産情報システム技術科 900時間

船舶などの配管はブロックごとに製造されます。そのブロックとブロックを繋ぐ部分や機械の取り合い部分を繋ぐ管の事を接続管（短管）といいます。設計管は全体の設計の段階で設計されますが、接続管は現場で計測を行った後に設計、製作されます。船舶などに使用される配管は安全性を考慮して頻繁な交換が行われています。

従来の配管の交換方法は、以下の手順（図1参照）で行われています。

②□ 現場で設計管にフランジを取り付ける

- ② フランジ同士を金属棒で溶接・固定する（金型管という）
- ③ 金型管を工場へ輸送する
- ④ 金型管で設置台を製作し、図面を作成する
- ⑤ 図面より接続管（短管）を製作し、現場で直管に固定する

この従来の方法には「狭い船内での溶接作業を伴う金型管の作成は危険を伴う」「金型管の陸揚げ・輸送、一品一様の設置台製作の際に時間とコストが発生する」という2つの問題点が存在します。これらの問題を解決するために、(株)プラスワンテクノが開発したのが「短管計測システム」です。このシステムは、安全面・コスト面において今後大きな効果が期待されています。

短管計測システムによる配管の交換方法は、以下の手順（図2参照）となります。

- ① 計測装置からフランジ間の位置関係を読み取り、USBフラッシュメモリに保存する
- ② 保存したデータから管製作表ソフトを使用し、接続管（短管）を製作するための図面である管一品図を作成する
- ③ 図面から接続管（短管）を製作し、再現装置を用いてフランジを取り付ける
- ④ でき上がった接続管（短管）を現場へ運び固定する

しかし、現在運用されているこの短管計測システムは「質量が15kgほどあり、持ち運びにくい」「ソフトウェアのソースが存在せず顧客ニーズへの迅速な対応が難しい」という問題を抱えていました。そこで小型・軽量化およびメンテナンス性の向上を目的として、(株)プラスワンテクノと共同開発を行いました。

短管計測システム（コントローラ）の小型・軽量化を第一の目標としました。装置については小型・軽量化およびメンテナンス性の向上も念頭におくことにしました。第二の目標として、ソフトウェアのドキュメントをしっかりと残し、管製作表ソフトを完成させることにしました。

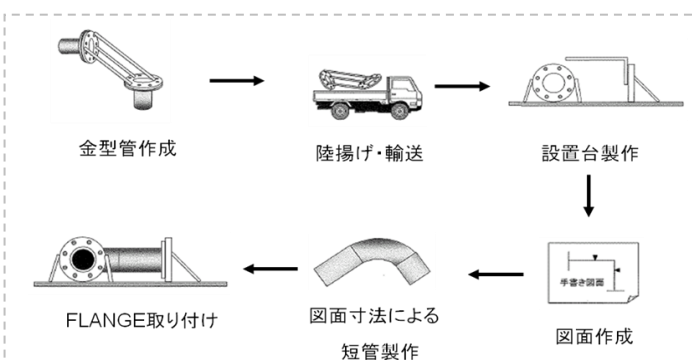


図1 従来の短管計測・製作の流れ

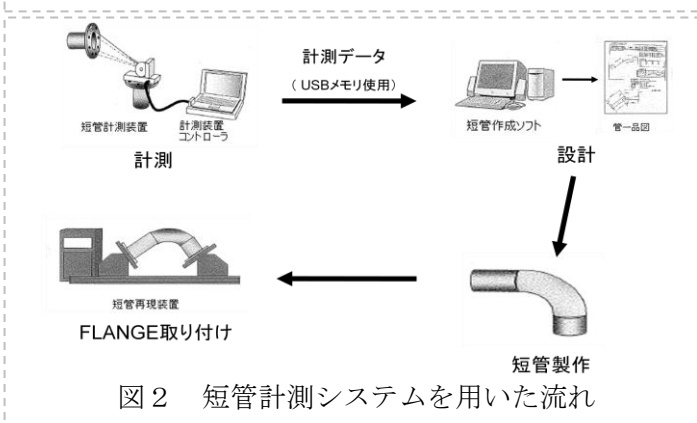


図2 短管計測システムを用いた流れ

課題の成果概要

第一目標である短管計測システムの小型・軽量化については、コントローラを従来のパソコン制御からマイコン制御に変更（タッチパネルの採用とパルスカウンタ回路の製作）することで容積を26.4%、質量を70.0%の軽減を実現しました。計測装置については材質変更や部品一体化や肉抜きによる強度シミュレーション実験を行い、実機は完成できませんでしたが、軽量化の可能性は見出せました。またメンテナンス性を向上させるためワイヤ送り出し機構を製作実験し、その結果を企業に報告、提案している状況です。



図3 計測コントローラ
タッチパネルを使用することでキーボードレスを実現



図4 ワイヤ送り出し機構実験装置
ワイヤ式エンコーダのワイヤ切れの際巻き込まないようにする機構



図5 コントローラ試作
中にパルスカウンタ回路、充電機能付き電源回路を装備し、バッテリーを取り外すことなく充電できるようにしました

表1 コントローラ比較表

	現行コントローラ	開発コントローラ
大きさ(縦×横×高さ)[mm]	460×370×250	396×236×120
質量[kg]	10.0	3.0

第二目標とした管製作表ソフトについては、現行ソフトウェアの機能を分析し、逆計算機能とデータ削除機能を除く基本機能は動作確認できました。従来2D表示機能しかありませんでしたが3D表示機能を付加しています。作成した設計書、ソースは各担当でまとめ、企業に報告書として提供する予定です。



図6 管製作表ソフト画面

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

<計測装置の機構・制御部>

いきなり計測装置の改良という課題にすると、どこから手をつけてよいかわからなくなるため、最初に現行計測装置の誤差測定を行うよう指導しました。これには現システムの操作を理解する目的も兼ねています。誤差が大きかった時には、新しい測定センサが必要となるため、コストとのバランスを考えながら検討するように指導しました。結果として誤差が小さかったため、センサは現行と同等品を使用し、小型・軽量化およびメンテナンス性の向上を課題としました。

軽量化については、材料変更および肉抜きで対応しました。強度不足を認識させシミュレーションで確認し、厚さを決定しました。

企業から聞いていたメンテナンスに関連する3つの問題点（①ワイヤ断線時の対応に時間がかかる、②組み立て調整に時間がかかる、③仰角が20°以下となると誤差が大きくなるため計測装置の設置向きを考える必要がある）を解決する方法を検討させました。①についてはワイヤ送り出し機構を用いた実験装置を製作・実験し結果を企業に提案させています。②については部品一体化による部品点数を減らすことで対応しました。③については機構の改良を図りました。しかし、構想や部品の加工に予想以上に時間がかかり、完成まで至らなかったことが反省する点です。

<計測装置コントローラの制御部>

コントローラにおいては小型・軽量化を図るため、マイコンとタッチパネルを用いたシステムにすることにしました。計測装置からの信号をカウントするパルスカウンタ回路とそのデータをマイコン側に送信する通信回路の製作を情報科のプログラムスケジュールと調整しながら行うように指導しました。マイコンと回路の一体化も開発当初検討していましたが、早期完成を目指し個別に製作しました。複数人で1つの回路を製作すると特定の学生に負荷が集中する恐れがあるため、充電機能付き電源回路を付加することで製作する回路を増やしました。

<ソフトウェア部>

ソフトウェアはコントローラのマイコンプログラムとパソコン上で動作する管製作表ソフトウェアの2つを4名で開発しました。

ソフトウェア開発において外部設計書や内部設計書が必要であるにもかかわらず、通常の授業においては課題自体が個人で完結する単純なものが多いため、学生の意識の中にドキュメントの重要性が認識されていないように感じていました。今回は企業と話し合いをするための資料が必要であることを強調し、先に設計書を作成するよう指導しました。

担当は2名ずつに分け、ある程度企業との事前協議で決めていましたが責任を持ってもらえるようにマイコンプログラムについては使用するOSを2種類、管製作表ソフトについては開発言語を2種類、検討してもらうようにしました。開発するソフトウェアの仕様を理解で

きたころに、その機能を実現しやすいかどうかをディスカッションさせ、それぞれのメリット・デメリットを考えさせ1種類に絞り込んで、担当部分を割り当てるようにしました。

結合テストをする際に、仕様変更した部分のドキュメントが作成されておらず、修正に時間がかかっていたが、ドキュメントの重要性を認識する良い経験になったと思っています。

回路製作担当者ともお互いの開発時間を考慮してインターフェース部の仕様変更をするように指導しました。

タッチパネルおよびグラフィック表示のプログラミングはマイコンボードにサンプルとして載っていたDirectFBライブラリを使用しました。マニュアルは英語しかないので、目に見える部分で担当者は興味を持って使い方を調べていました。

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
○情報系 プログラミング (Visual Basic® 2008、C 言語、DirectFB、組込みLinux®、OpenGL、シリアル通信) データ構造 アルゴリズム構築 クラス設計・利用 データベース ネットワーク ○電子系 FPGA 電源回路 CAD インターフェース ○機械系 機構設計・製図 加工・組立・調整・動作検証	○各自の課題設定を行った。 ○人が読みやすいソフトウェア開発を意識させる。 ○ソフトウェアの機能解析 ○機能分解 ○アルゴリズムの考案 ○マイコン開発の注意点（資源の節約を説明する） ○常に目標を確認させること。短期的な目標と長期的な目標を確認すること。 ○電子システムのワンボード化に向けて回路設計をする。 ○筐体、回路のインターフェースについて、使いやすさ、収納を考慮して設計する。 ○動作検証の項目を考慮し、設計期間を計画する。	○自分のする課題を理解させること。 ○リーダーの自覚を持たせること。 ○短期的な目標（1週間以内）と長期的な目標を確認すること。 ○成果を必ず確認すること。 ○口頭報告だけでは済まないこと。 ○できるだけ報告は、その場で確認すること。 ○日報を必ず提出させ、進捗状況を確認すること。 ○週1回は必ずメンバー全員で進捗状況を確認しあうこと。 ○月1回の企業を交えたレビューで成果を報告すること。 ○抱えている問題点は早めに相談すること。

<指導員に対する所見（アドバイス・提案など）>

企業との共同研究ということで、必ず月1回は企業へのレビューを行うことと、単年度完成を年度当初に約束をしました。長期にわたる開発課題では目先の目標がしっかりしていない

ければモチベーションが持続しないと考えたからです。この方法は、今年度の開発課題メンバーにとって効果は大きかったと思います。企業に対して少しでも成果を見せたいという気持ちからだと思いますが、自分たちで毎月目標を決め、その目標に近づくように課題に取り組んでいました。また、次年度はこのテーマをしないと当初から言っていたため責任感も強く持てたのではないかと感じています。

今回は、メンバー個別に指示を与えるのではなく、リーダーにのみ指示を与え、各メンバーにはリーダーから指示を与える方式をとりました。リーダーのすべきことを考えてもらうため6月ぐらいまでは様々な場面で確認を取って進めていきました。

課題については、企業から借りていたシステムをプロトタイプとして使うことができたため、他科の遅れをあまり意識せずに自分のやるべきことに集中できたと思います。他の遅れが担当部分に影響するとモチベーションが下がるので、プロトタイプは必要と思っています。しかし社会に出てからは他の状況を把握し、自分の計画の変更もしなければならないことも出てきますが、その指導ができなかった点は反省点としてあげられます。

テーマによって学生の興味の持ち方が異なりますが、いかにモチベーションを高めていくかが指導者の一番考えなければいけないことだと思っています。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 九州職業能力開発大学校
住所 : 〒802-0985
福岡県北九州市小倉南区志井 1665-1
電話番号 : 093-963-0125 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/fukuoka/kpc/>