

2 4 配管艤装技能研修用教材の開発

構造・材料部門 *村上 睦尚, 松岡 一祥, 林 慎也

1. はじめに

現在、わが国の製造業においては、年齢構成等により技術伝承が危ぶまれており、造船業においてはその現象が特に顕著である。このような状況の中で、平成10年より（独）海上技術安全研究所では、造船業における技能伝承問題に対する試みとして専門技能研修用教材の作成に取り組んでおり、その一環として、パイプを船体に取り付ける作業である「配管艤装」に対する教材を作成している。

本稿では、造船所における配管艤装と海技研の作成する配管艤装技能研修用教材について紹介する。

2. 配管艤装の流れ

配管艤装は「設計」→「管製作」→「取り付け」→「検査」の順で進められていく（図1参照）。以下にこれらの項目について簡単に説明する。



図1 配管艤装の流れ

2. 1 設計

一般的に造船所において配管の設計は、船体部を担当する「船装設計」と機関部を担当する「機装設計」に分かれて図面を作成している。配管艤装に使用される主な設計図として「諸管系統図」, 「諸管装置図（諸管綜合図）」, 「管一品図」, 「サポート一品図」がある。以下に、各図面について概説する。

「諸管系統図」: 用途と材料ごとに分けられた系統の装置, 機器などを結んだ線図である。

「諸管装置図（諸管綜合図）」: 区画やブロック, ユニットごとの艤装品の取り付け位置などが記されている。

「管一品図」: 図2に示されている管一品の形状, 各寸法, 全長, 曲がり角度や使用される管継手, 金物な

どが記されている（図3参照）。

「サポート一品図」: サポートの形状や各寸法などが記されている。

また、設計図には、管や装置が記号で記されているが、各造船所で独自の記号を使用しているのはもちろんのこと、船体部と機関部で記号が統一されていない場合もある。

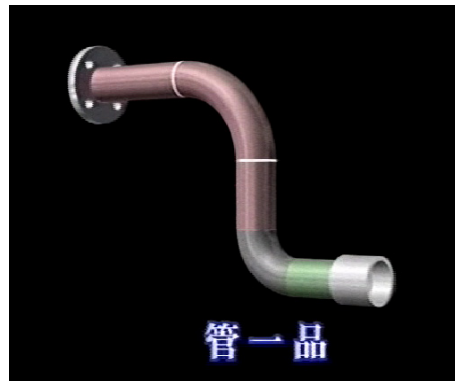


図2 管一品の形状

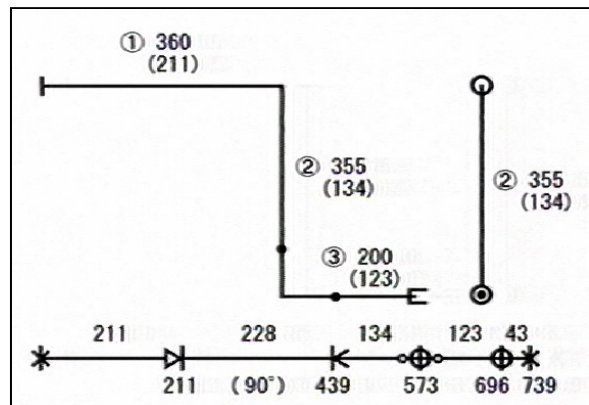


図3 管一品図

2. 2 管製作

管製作のための加工の大まかな順は「マーキング」→「切断」→「曲げ」→「管継手の取り付け・仮組み」→「本溶接」→「表面処理」である。配管艤装において、この工程での生産性の向上が造船所にとって最も重要である。以下に、管製作のための加工を作業の順に説明する。

「マーキング」: マーキングとは、一品図を基にパイプの加工に必要な情報を図4のようにマーカーなどで真直ぐなパイプに記す作業である。マーキングによ

り曲げ位置，角度，切断位置，用いる継手の種類，加工順序がわかるようになる。



図4 マーキングされたパイプ

「切断」：マーキングで指示されている箇所を切断する。切断の方法には、機械的切断として丸鋸（図5参照），帯鋸などがあり，溶断としてガス，プラズマなどがある。



図5 丸鋸による切断作業

「曲げ」：曲げ加工は，管の径，曲げの半径，用途に応じて，様々な方法で行われている。最も一般的な方法は図6に示されるパイプベンダによる冷間曲げである。その他に，エルボの使用，えび曲げ，張り曲げ，焼き曲げなどがある。



図6 パイプベンダによる曲げ加工

「組立」：船内配管の管継ぎ手としては，フランジ同士をボルト止めすることでパイプを連結するフランジ管継ぎ手と，スリーブとパイプを溶接で連結するスリーブ管継ぎ手が主である。また，曲げ半径の小さい曲がり部にはエルボを用いる。これらの金物と管を溶接により組み立てる（図7参照）。この溶接作業は仮付けと本溶接の2段階に分けて行い，作業の効率化とミスの軽減を図っている。



図7 溶接による組立

「表面処理」：組み立てが終わったパイプは設置される場所や用途に応じて表面処理が行われる。表面処理には酸洗い，亜鉛メッキ，ポリライニング，塗装などがある（図8参照）。



図8 表面処理

2. 3 サポートや管などの取り付け

諸管装置図に従い機器，サポート，管一品，バルブなどを船体に取り付けていく。図9のように，サポートは船体にパイプを取り付けるために使われ，パイプを固定し振動防止の役割も果たす。

現在，船舶の建造ではブロック工法が主流である。ブロック工法では反転艀装（図10参照）が可能であり，安全姿勢の確保，空間的な余裕，クレーンの使用が容易といった幾つもの利点があり，作業を安全に早く行える。一方で，図面が見難い，工程管理が複雑になるなどの欠点もある。



図9 サポート

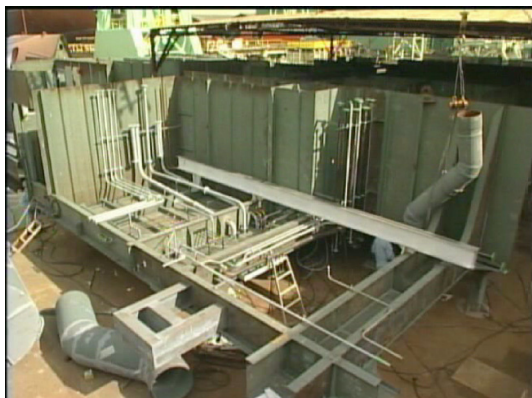


図10 反転ブロックへの艤装

2. 4 検査

パイプの取り付けが終わると、監督や船級により検査が行われる。油圧管を対象に異物の除去や漏洩のチェックとして「フラッシング」が行われる。管の漏洩のチェックとして「水圧試験」、「張水試験」、「通水通気試験」などがある。作動確認としては、ビルジ管を対象に「吸水試験」、バラスト管には「注排水試験」、甲板洗浄管や消防管には「放水試験」などの様々な検査が行われる。

3. 配管艤装における現状

船舶にはパイプがあらゆる場所に張り巡らされており、船体をヒトの体で例えるとパイプは血管といえよう。例えば、3万トン級の船には、機関部、船体部にそれぞれ3000~5000本のパイプが複雑に張り巡らされている。パイプは船の運航、機器の運転、乗組員の生活など、様々な用途に使われており、安全な航海のために船には欠くことのできない重要な要素の一つである。造船所では、これらの非常に多くの管の艤装を配管工と配管設計者が担っている。そのため、一人前の配管工や配管設計者になるには多くの経験やノウハウ、知識が必要となり、配管工の場合に10年、配管

設計者の場合は20年以上必要とされている。これが、配管艤装の技能伝承をより困難にしている。

平成16年12月から現在に至るまでに本研究グループは、全国の造船所、管工作工場、バルブメーカを合わせて20箇所以上を訪問し実態調査を実施した。以下に設計及び製作・取り付けの現状について簡単に纏める。

3. 1 設計

設計については、系統図→機器配置図→検討図→諸管装置図→管・サポート一品図の順番で設計行程が進むが、系統図以下、設計総てを外注している造船所から、一品図までを総て自社で作成する造船所まである。

また、配管設計用CADについては、CADを全く用いない造船所もあり、CADを使用している場合も、2D-CADを使用する場合から3D-CADにより3次元設計を取り入れている場合もある。その結果、設計で一品図まで作る造船所もあれば、一品図を作らない造船所もある。

3. 2 製作・取り付け

前述のように設計の多様さは管一品の製作方法に影響を与える。一品図がある場合は一品を外注することもでき、配管工の役割は取り付けだけとなる。一方、一品図のない場合は、配管工が現場で管配置を決め、型取りを行い、管一品を製作して取り付けを行う必要がある。

このような現状から、以下の技能レベルの配管工が混在することになる。

- ①諸管装置図等が理解でき、それに従いサポートと管を取り付けることができる。
- ②管一品図に従い管一品を製作できる。
- ③合せ管を製作できる。
- ④諸管装置図に従い配管を決め、管一品およびサポートを製作して取り付けすることができる。

管一品の製作に必要な技能としては、

- ①管のネスティングとマーキング
- ②管の切断加工
- ③曲げ加工
- ④枝切り加工
- ⑤組み立てと仮組み溶接
- ⑥本溶接と仕上げ

があり、管一品製作と取り付けを分業している場合には、①から⑥を分業している場合が多い。

4. 配管艤装技能研修用教材の開発

本研究グループは配管艤装の実態調査を行い、平成17年度及び18年度は管製作・取り付けについて、19年度は現場設計について教材開発に取り組むこととなっている。よって、現場設計については今後報告す

る予定とし、本稿では管製作・取り付けの教材（DVD、テキスト、カリキュラム）開発及び技能研修の実施について報告する。

4. 1 教材の開発

実態調査より製作・取り付けの課題を抽出すると以下のようなになる。

管の配置、一品図の描き方によっては管の誤作の可能性が高くなる場合がある。

- ・管取り付けの技能向上には、諸管装置図の理解が不可欠であり、更には、機器、バルブ等の機能および形状、ルールを知っていることが望ましい。

表1 教材の内容

平成 17 年度	<p><u>1. 配管艤装の概要</u></p> <p>①設計 ②パイプの種類と様々な用途 ③パイプの加工 ④管一品の取り付け ⑤検査 ⑥資格や安全に関する留意点</p> <p><u>2. 簡単な管一品の製作</u></p> <p>①マーキングと切断 ②曲げ加工 ③パイプと金物の溶接による組立</p> <p><u>3. サポート及び現場合わせ管の取り付け</u></p> <p>①サポートの取り付け ②管一品の取り付け ③現場合わせ管</p> <p><u>4. 使用する主な道具</u></p>
平成 18 年度	<p><u>1. 現場型取り管の製作</u></p> <p>①現場型取りとは ②配管の基本 ③寸法・角度の計測の基本 ④金型法 ⑤型棒法 ⑥スケッチ法 ⑦現場型取り3つの方法の使い分け</p> <p><u>2. 複雑な管一品の製作</u></p> <p>①複雑な管製作の注意点 ②実角のある管一品 ③枝管の製作90度・45度 ④多枝管の製作</p>
平成 19 年度	<p><u>配管艤装－現場設計編－</u></p> <p>仕様書に基づき、諸管系統図から諸管装置図、管一品図の作成について。 (作成中)</p>

- ・現場で配管を決め、サポートと管一品を製作して取り付ける方法は配管工の個性が出て統一されていないので、最適な方法あるいは標準的な方法を定める必要がある。

これらから検討し、表1に示されるように平成17年度および18年度の教材の内容を設定した。

4. 2 研修の実施

平成17年度配管艤装技能研修用教材（DVD教材、テキスト教材、カリキュラム）の有効性の検証のため、平成18年3月6日～10日（5日間）に内海造船（株）において、試行研修を実施した。その様子を図11に示す。本試行研修では、配管職経験7ヶ月～4年の研修生9名を対象に、座学講師1名、実技講師3名で午前2時間の座学、午前1.5時間と午後3.5時間の実技を実施した。その結果、「道具の使用及び寸法出し」の内容を加えることで、本教材の内容、カリキュラム、時間ともに妥当であることがわかった。



図11 試行研修（実技）の様子

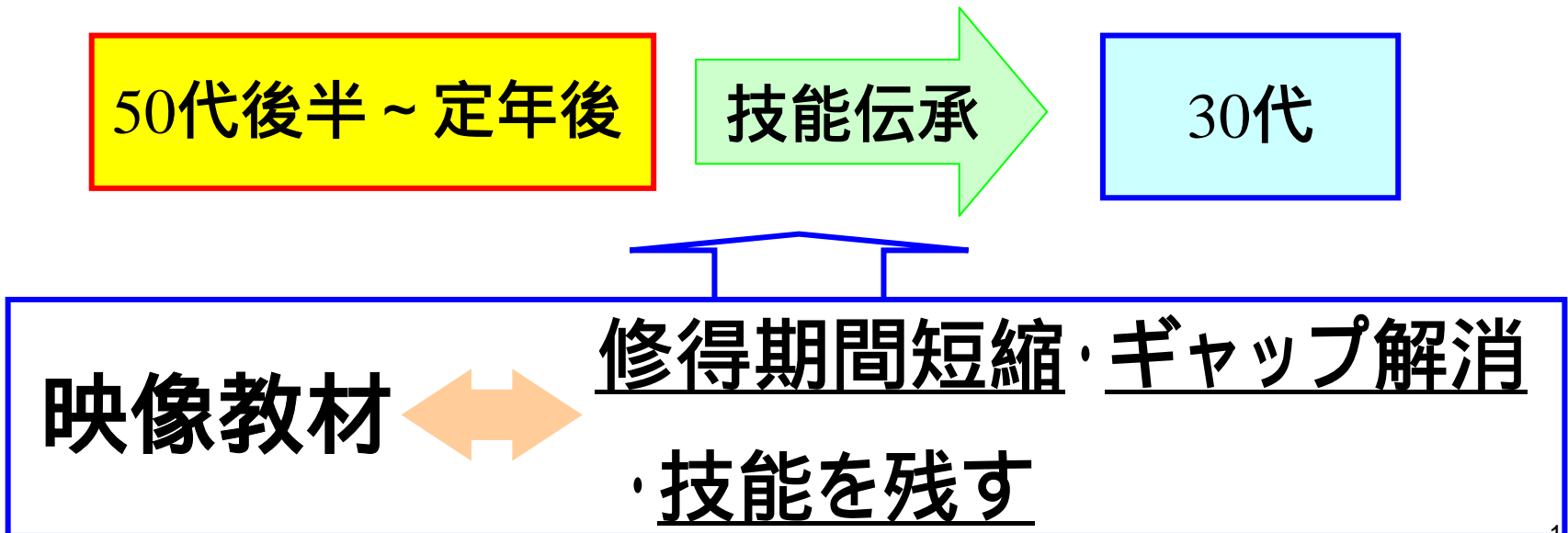
5. おわりに

近年、船体のカーゴホールドの増大を図るため、機関室は前後方向に短くなり運航に必要とされる機器やそれらをつなぐ管の設計がより複雑になっている。このような状況の中、多くの造船所では、機装設計の現場において、3次元CADを取り入れているものの、設計作業の十分な省力化に繋がったとは言えず、過去の実績に基づく経験に頼っているのが現状である。その結果、一般的に経験20年以上でないとも機器配置から配管までの設計を任せられないと言われている。平成19年度にはこのような配管設計を対象に教材を作成する予定である。

尚、本教材の開発は（社）日本中小型造船工業会の委託を受け実施されたものであり、国土交通省の援助をはじめ、造船所、関係事業者のご協力に感謝申し上げます。

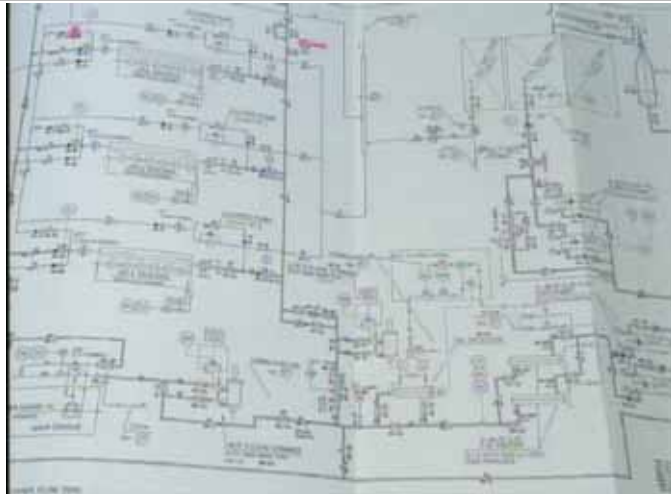
目的： 技能伝承問題の解決

- 造船所では、配管艤装を配管工と配管設計者が担っている。
- 一人前の配管工や配管設計者になるには多くの経験やノウハウ、知識が必要。
- 配管工の場合に10年、配管設計者の場合は20年以上必要。

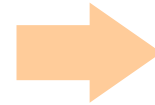


配管艀装の現状

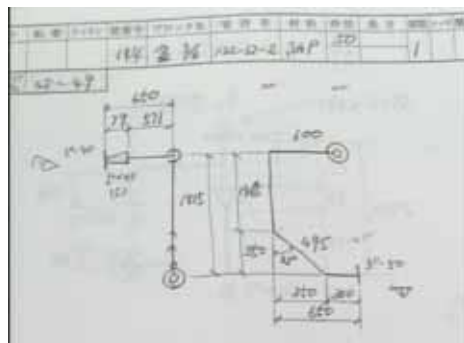
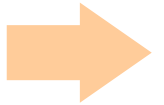
- 設計 -



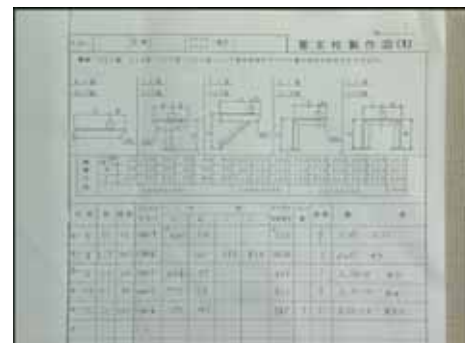
諸管系統図



諸管装置図




管一品図



サポート一品図

配管艙装の現状

- 設計 -

- 船体のカーゴホールドの増大
 - 機関室は前後方向に短くなり運航に必要とされる機器やそれらをつなぐ配管設計がより複雑に
 - 図面の外注、自社作成
 - 配管設計用CAD： 使用しない、2D、3D
- 
- 設計で一品図まで作る・作らない
(小径管まで一品図化する・系統図まで)

配管艤装の現状

- 製作・取付 -

- 設計の形態の多様さは管一品の製作方法に影響

管一品図：有 管一品の製作と取付は完全に分業可能

無 配管工が現場で配置決め、型取り、管一品製作・取付



- 以下の技能レベル配管工が混在

(初級) 諸管装置図が理解でき、サポートと管の取付けができる。

(初級) 管一品図に従い管一品を製作できる。

(上級) 合わせ管、現場型取り管を製作できる。

(名人) 諸管系統図に従い配管決め、管一品・サポートを製作・取付
ができる。

課題の抽出

実態調査 製作・取り付けの課題 教材内容の設定

- ・ 管の配置、一品図の描き方 **誤作率が高**
- ・ 諸管装置図の理解不足 **管取付の技能向上が遅い**
機器、バルブ等の機能および形状、
ルール
- ・ 現場で配管を決定、サポート・管一品の製作・取付に
標準的・最適な方法が定まっていない **技能伝承が困難**

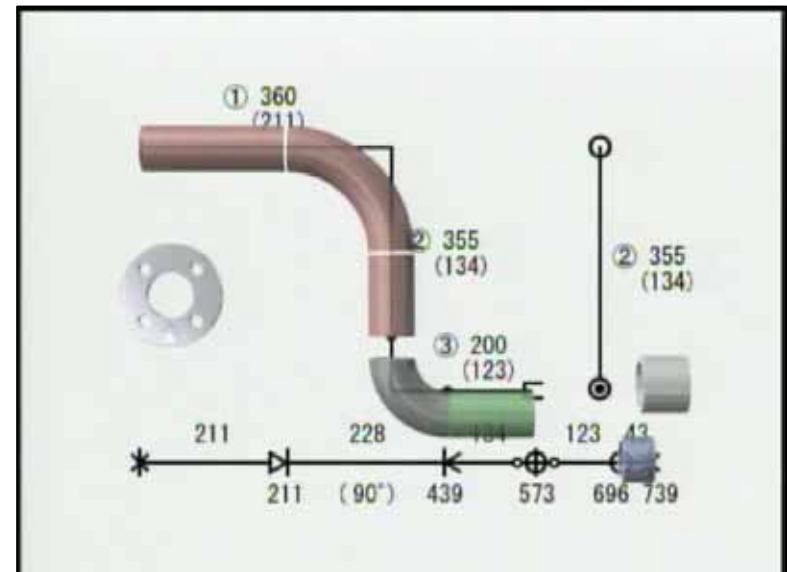
研修用教材開発

- 平成17年度 2章「簡単な管一品の製作」 -

製作する管一品の形状



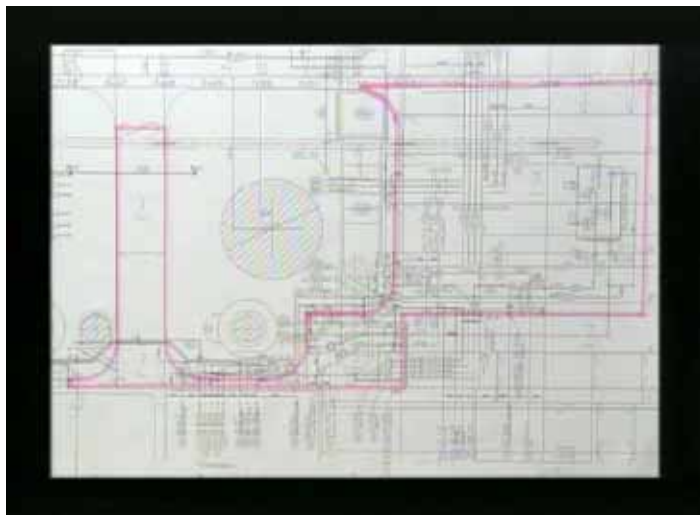
CGによる管一品の説明



管製作の基本的な作業を網羅

研修用教材開発

- 平成17年度 3章「サポートおよび現場合せ管の取り付け」 -



CGと実写による図面の見方の説明

研修用教材開発

- 試行研修の実施 -

平成17年度配管艀装技能研修用教材(DVD教材、テキスト教材、カリキュラム)の有効性の検証

- 平成18年3月6日～10日(5日間)に内海造船(株)にて実施
- 配管職経験7ヶ月～4年の研修生9名を対象
- 座学講師1名、実技講師3名
- 午前2時間の座学、午前1.5時間と午後3.5時間の実技
- (内容)座学: DVD教材及びテキストによる学習、
管一品図の読み・書き方、諸管装置図の読み方
実技: Z型一品管・L型合わせ管の製作・取付

研修用教材開発

- 試行研修の結果 -

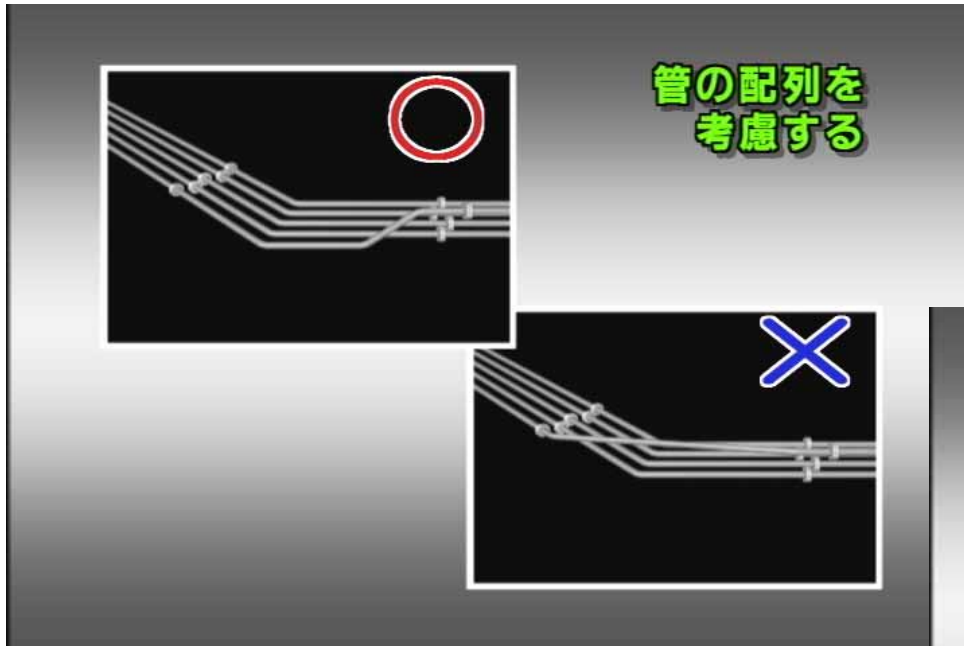
- 基本が身につけていないのが上達を妨げる
(差し金の正しい使い方がわからない者も少なくない)



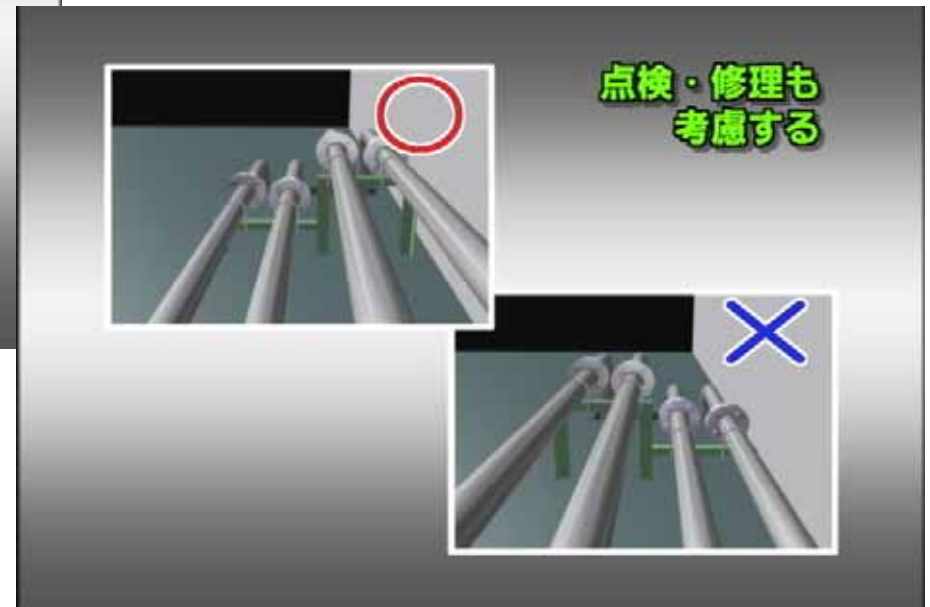
- 「道具の使用及び寸法出しの基本」の内容を実技に追加
- 本教材の内容、カリキュラムともに妥当
- DVD教材としては、平成18年度の内容に「寸法・角度の計測の基本」を加えることにより十分補えるもとなっている。

研修用教材開発

- 平成18年度 1章「現場型取り管の製作」 -



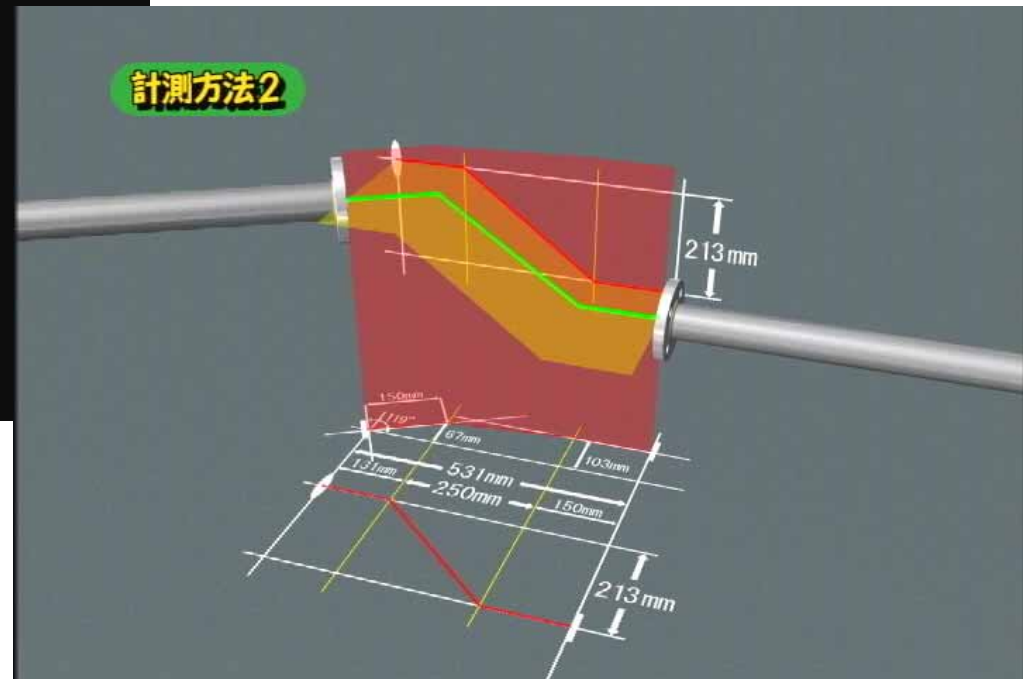
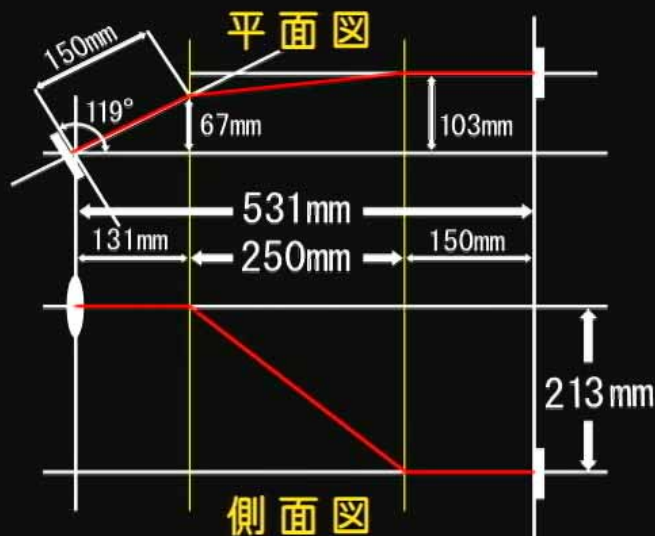
・配管の基本



研修用教材開発

- 平成18年度 1章「現場型取り管の製作」 -

・寸法・角度の計測の基本



研修用教材開発

- 平成18年度 1章「現場型取り管の製作」 -

・金型法、型棒法、スケッチ法

