

# 「業界要望による共同研究」の研究成果報告

船舶設計における3次元CAD利用技術に関するセミナー

## 「船殻3次元CADを用いた設計の 知識化と自動設計に関する研究」

2013年4月22日、4月25日、4月26日

株式会社 新来島どつく 技術設計本部  
国立大学法人 九州工業大学

# 1. 研究の背景と目的

造船業でもコンピュータの発達に伴い、**船殻3次元CAD**の利用が広まり、特に**生産設計と工作分野**での活用が進んでいる。

現状

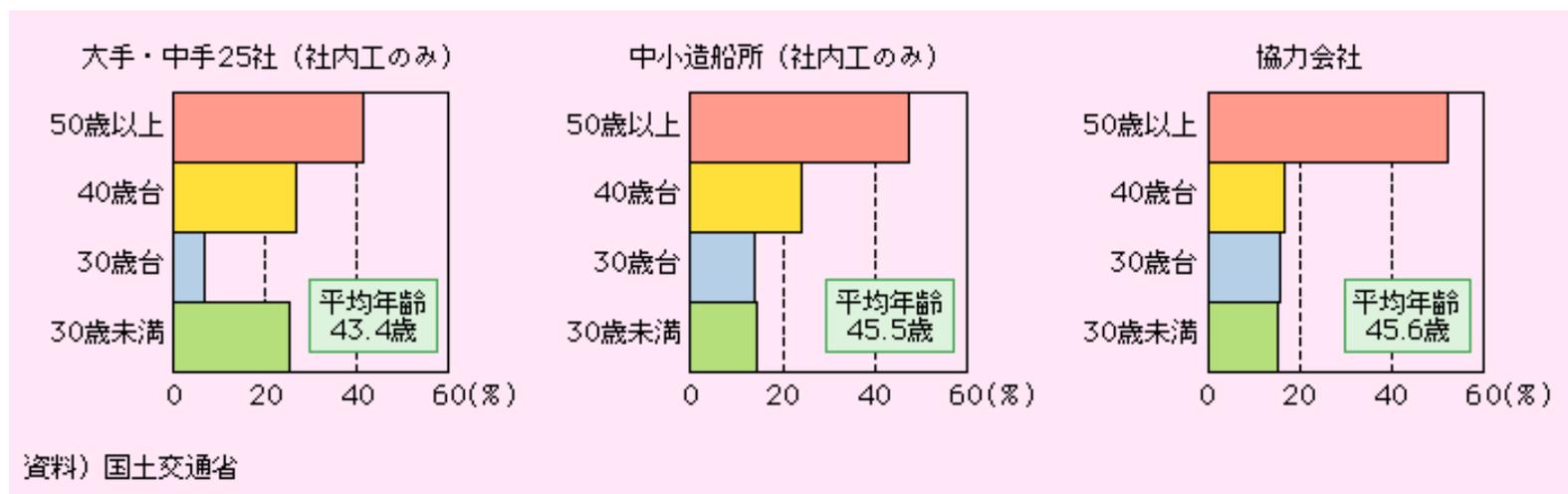


一方で、基本設計から詳細設計をカバーする**船殻設計の上流分野**では、3次元CADは**まだ十分に活用されているとは言えない**。

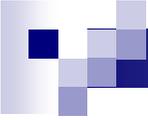
近年、共通構造規則計算や直接強度計算の分野では、ようやく3次元CADモデルデータと連携したソフトウェアの開発が進んでいる。

しかし、**船殻の詳細設計**の分野では3次元CADや3次元データの有効活用は進んでいない。また、船舶の**様々な機能を調整**しながら構造や部材の配置をする詳細設計では、**システム化が不十分**であり、さらにベテラン技術者から若手技術者への**技能伝承**も問題となっている。

よって本研究では、特に若手技術者への設計支援を目的にベテラン設計者の**暗黙知のデジタル化**、**設計作業の視覚化**が可能な設計支援ツールの開発を行った。



平成17年度 国土交通白書より

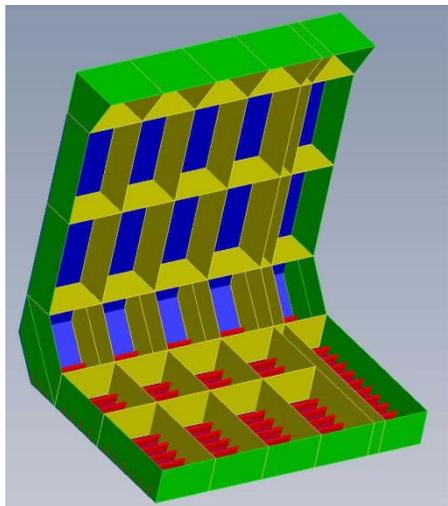


## 2. 研究の経過

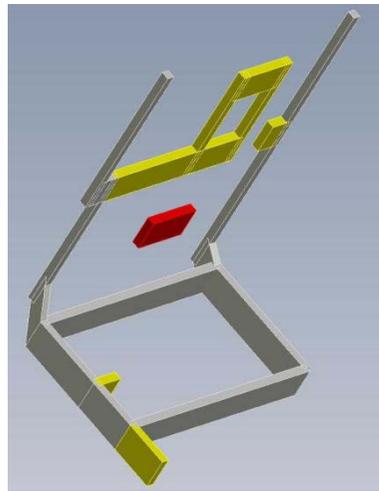
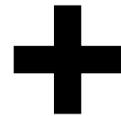
- 2011年12月 研究実施役割分担, 研究スケジュール等。
- 2012年 2月 NK-XMLフォーマットに関する調査研究。
- 2012年 7月 **TEAM論文提出。**
- 2012年 9月 中間報告書を提出。  
**TEAM2012 Fukuoka(九州大学)にて講演報告。**
- 2012年10月 **第58回 造船システム研究会にて講演報告。**
- 2012年12月 研究終了。

### 3. 研究の概念

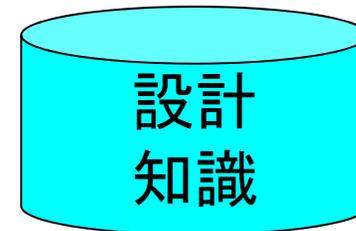
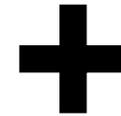
本研究では特に“**交通装置の配置**”に着目して研究を進めた。設計者の設計知識を、船殻構造と交通経路の3次元的な**空間の問題に置き換えて**処理することが可能と判明したためである。



船殻構造モデル



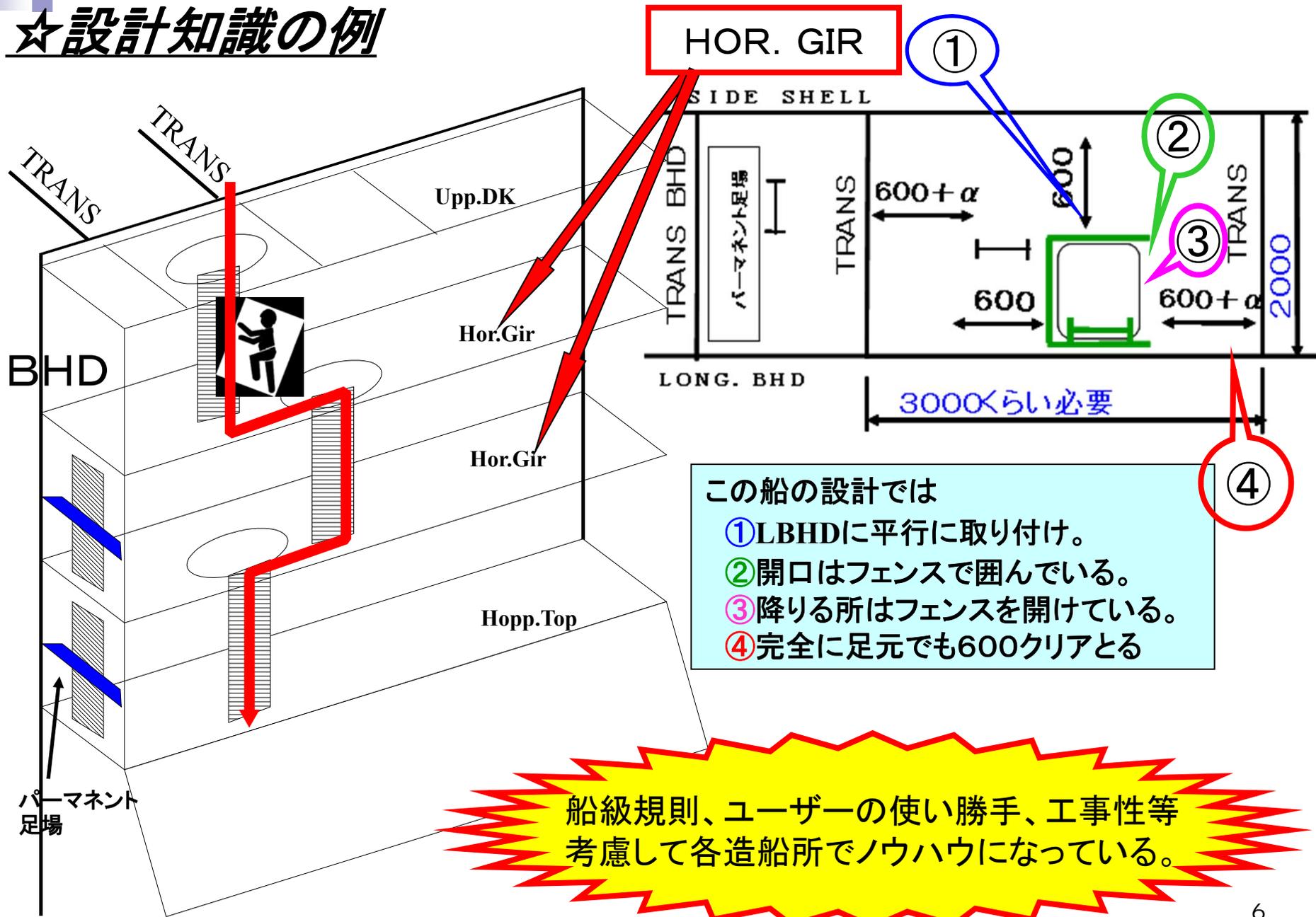
交通経路モデル



なお開発に当たって以下の点に留意して開発を進めた。

- ・設計者に依存している「設計作業」を、知識化&プログラム化する。
- ・設計3次元化を進める上で有効な方法として、そのプログラムを設計フローに組み込む。
- ・CADの外部プログラムに設計知識を持たせ、今後のシステム導入を容易にする。

# ☆設計知識の例



## ☆設計要件の定義の例

- ① 上甲板上にマンホールを配置
  - 1タンクに1経路
  - 後戻りなしが望ましい(出入口は別々に)
  - BHD付近に配置(移動距離が短くてすむ)
- ② 艀装との穴配置との関係(上甲板)
  - 縦強度チェック
    - 艀装品配置変更/穴位置変更
    - 交通経路変更
  - 艀装(パイプ)の干渉チェック
- ③ .....

設計者にヒアリング!

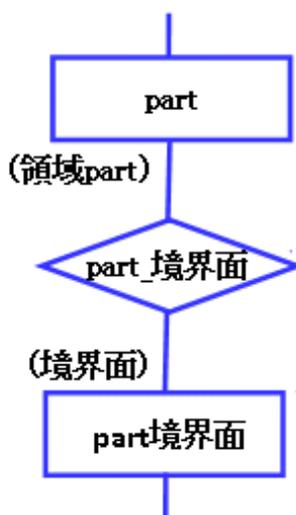
チェック項目として  
プログラム化!

- ・マンホール直上交通路高(傾斜交通路も含め)警告
- ・交通路用のopening(垂直)の大きさ警告
- ・交通路用のopening(垂直)の足元高さ警告
- ・交通路用のopening(マンホール)の大きさ警告
- ・覗きhole(垂直)の大きさ警告
- ・覗きhole(垂直)の足元高さ警告
- ・干渉チェック用の交通路高さ
- ・干渉チェック用の交通幅

# ☆プログラムの例

言語記述から  
Javaプログラム  
を自動生成

知識  
プログラム  
言語



```

class::part(
  attributes(
    [Point]::保有交通路pointList
  )
).

association::part_境界面(
  collections( part::領域part( multiplicity( 1-1));
               part境界面::境界面( multiplicity( 0-n) ) ).
).

class::part境界面(
  attributes(
    Point::point1;
    Point::point2;
    Point::point3;

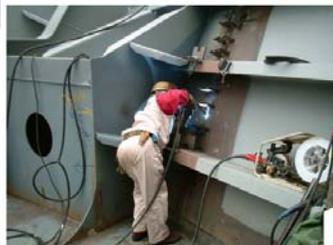
    Point::面vector12 := point2 - point1;
    Point::面vector13 := point3 - point1;
    Point::面法線vector := normalized( outerProduct( 面vector12, 面vector13));

    [Point]::領域交通路vectorList :=
      vectorListSubtraction( 領域part->保有交通路pointList, point1);
    [real]::領域交通路vector法線内積list :=
      vectorListInnerProduct( 領域交通路vectorList, 面法線vector);
    real::領域交通路vector法線内積最大値 :=
      if( 領域交通路vector法線内積list == [], % 交通路が無い
        -1.0, % =>見えない
        max( 領域交通路vector法線内積list));
    boolean::面可視性 := if( 領域交通路vector法線内積最大値 >= 0.0,
      true, % 交通路から境界面が見える
      false) % 交通路から境界面が見えない
  )
).
  
```

コーディング  
作業負荷の軽減

設計知識の表わし方  
データ  
⇒ オブジェクト  
計算  
⇒ データフロー

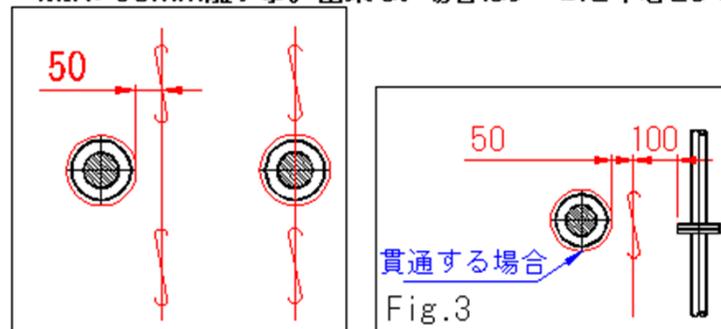
# ☆その他の適用事例～狭隘性の検証～



機関室の鉄船底所の溶接作業

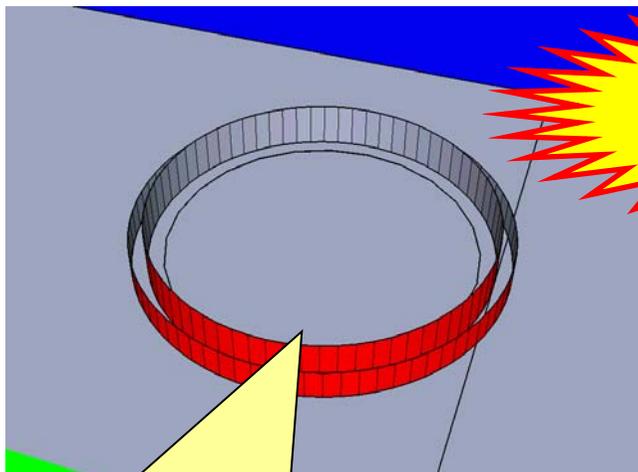


○ デッキシーム付近の貫通は原則としてパイプ穴明け径においてシームよりMIN. 50mm離す事。出来ない場合はシームを中心として貫通する事。



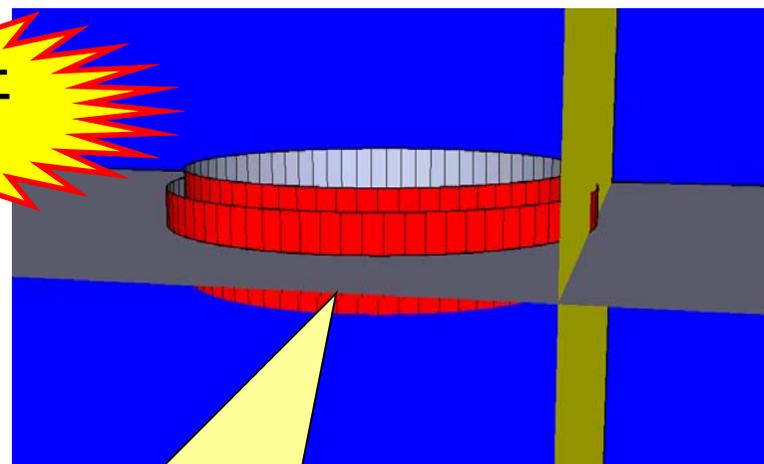
(1) ホール(艀穴)とシーム  
50mm以下の近接を検証

(2) ホール(艀穴)と板  
100mm以下の近接を検証



空間の問題に  
置き換え

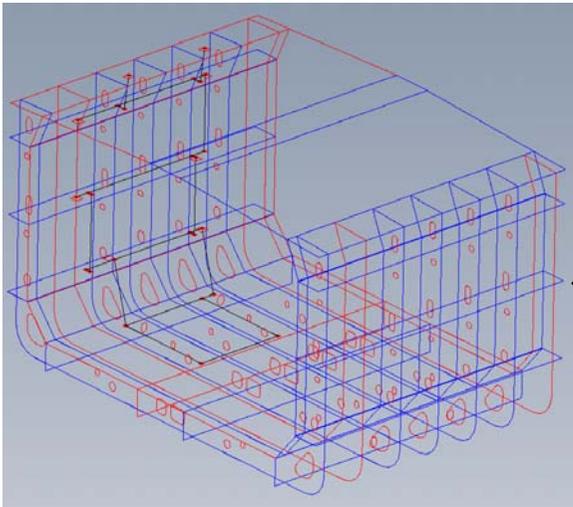
設計知識に基づいて自動生成されたシーム用の仮想干渉物(内側)



設計知識に基づいて自動生成された板用の仮想干渉物(外側)

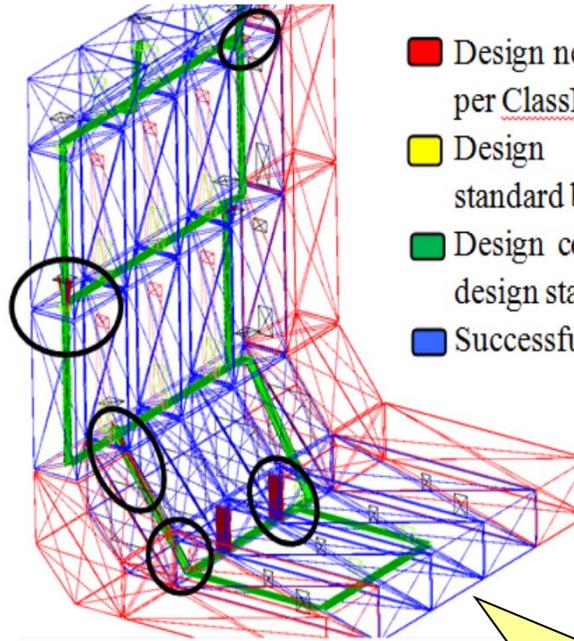
# 4. 研究の成果

交通装置の配置  
に関する設計



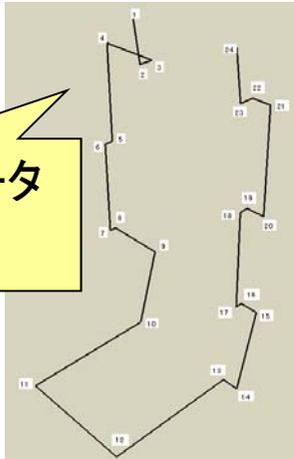
NK-XML形式  
の構造データ

プログラム



- Design need to be improved as per ClassNK Rule
- Design follows the basic standard but need revalidation
- Design completely follows the design standards
- Successful Access Path Zone
- ⊠ No Access Path Zone

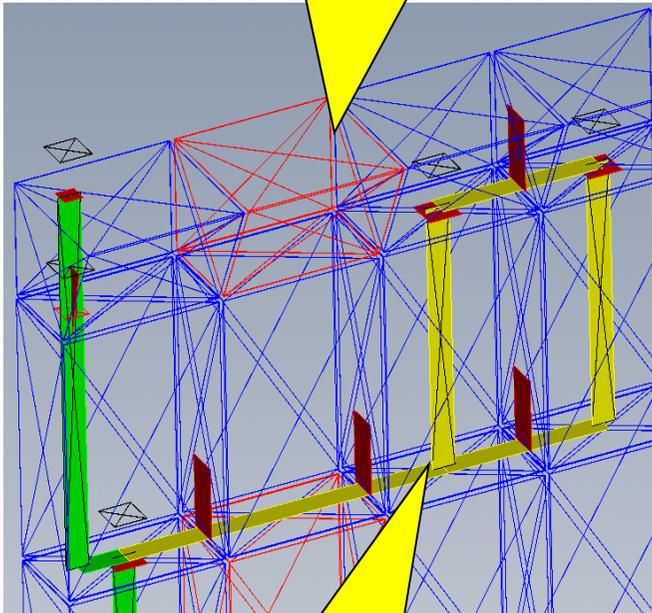
交通路のデータ  
(CSV)



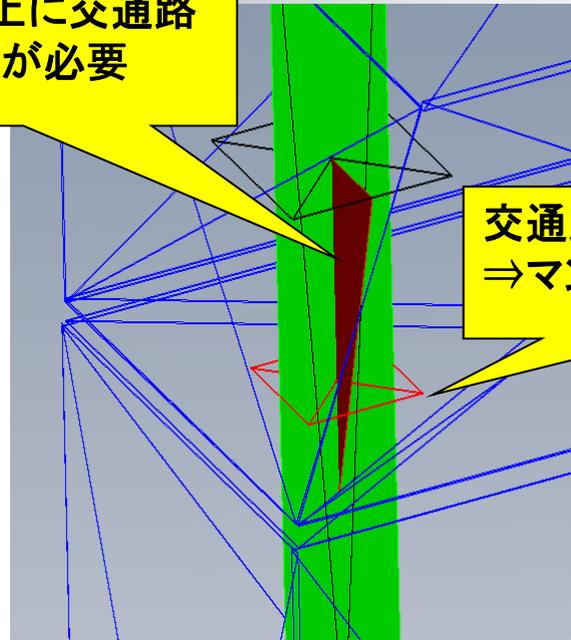
\* サンプル  
プログラム有り

設計チェックして  
改善箇所を表示

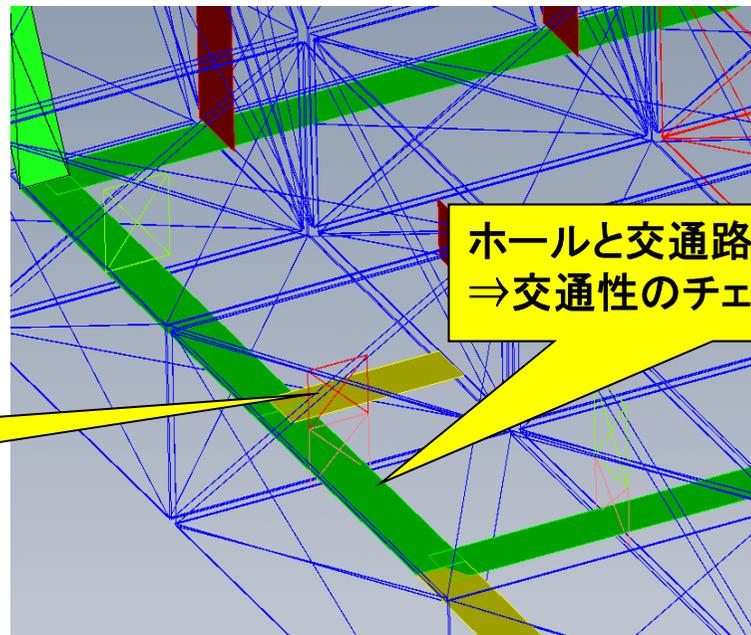
交通路なし区画  
⇒保守・点検が出来ない！



マンホール直上に交通路  
⇒落下防止柵が必要



交通路とデッキの干渉  
⇒マンホール必要



後戻りが必要な交通路  
⇒利便性が悪い！

ホールサイズが小さい  
⇒通行性が悪い！

ホールと交通路との距離(高さ)  
⇒交通性のチェック

チェック結果の視覚的な表示の例



## 5. まとめ

本研究では、

- ・交通装置の配置に関する設計チェックプログラムを開発した。
- ・3次元CADデータの有効活用を達成できた。
- ・設計知識のデジタル化を達成できた。
- ・本研究の手法を狭隘箇所チェック等にも流用できることを確認した。
- ・PrimeShip-CAD XML Schemaをインターフェイスに用いることで3次元CAD や規則計算等と組み合わせた設計ワークフローが提案できると考える。

## 6. 最後に

本研究開発は、株式会社 新来島どっく、一般財団法人 日本海事協会との共同研究体制により実施する共に、日本海事協会の「業界要望による共同研究スキーム」による支援を受けて実施しました。

本研究開発の遂行にあたり、関係各位の多大なる御支援と御協力を賜りましたことを深く感謝致します。

- ・一般財団法人 日本海事協会
- ・株式会社 新来島どっく
- ・九州工業大学
- ・日本インターグラフ(技術協力)

**ClassNK**  
R & D PROJECT

**SHIN  
KURUSHIMA**  
SOMETHING NEW!

国立大学法人  
**九州工業大学**