

쾌속 배관 라우팅 방법을 적용한 선체 구조 모델 기반의 배관 모델링 시스템 개발

노명일*, 최우영**, 이규열***

Development of a Pipe Modeling System based on the Hull Structural Model Applying the Rapid Pipe Routing Method

Myung-Il Roh*, Woo-Young Choi** and Kyu-Yeul Lee***

ABSTRACT

The present pipe modeling method requires detailed inputs from a designer to generate a pipe model, and thus it takes much time for the designer to perform such task. Moreover, the pipe model has no relation with the hull structure. Thus, it is time-consuming and requires much effort if design changes arise. In this study, a generating method that generates quickly many pipes using a pipe tray and a conversion method that converts automatically the pipes into objects related with the hull structure are proposed. A pipe modeling system based on the proposed methods is developed. The applicability of the developed system is demonstrated by applying it to the generation of the pipe model of a deadweight 300,000 ton VLCC(Very Large Crude oil Carrier). The results show that the developed system can quickly generate the pipe model in relation with the hull structure.

Key words : Rapid pipe routing method, Pipe modeling system, Hull structural model, Relationship

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 필요성

현재의 선박 설계 과정을 분야별로 살펴보면, 선체 분야에서는 선형 및 구획 설계 바친 후 주요 구조 부세에 대해 모델링을 하고 상세 모델링 단계를 거쳐 생산 설계 단계에서 생산용 도면을 생성한다. 그리고 선박의 장부야 중 특히 본 연구의 대상인 배관 설계에서는, Fig. 1에서와 같이 각 기기 장비들간의 배관 연결 및 주요 시스템(연료유, 냉각수, 윤활유, 압축 공기 등)의 구성을 도식적으로 나타낸 배관 계통도(P&ID; Piping and Instrument Diagram)를 먼저 작성한다. 그 후 P&ID를 가지고 설계자간의 협의를 거쳐 각 기기 장비의 위치 및 파이프 라우팅(pipe routing)을 결정하고 배관 모델링 시스템을 이용하여 3차원 배관 상

세 모델링을 수행한다. 마지막으로 그 결과를 일정 구역별, 시점별로 세분화하여 제작 도면(piece drawing) 및 설치 도면(ISO drawing)을 생성한다.

현재의 배관 설계 단계에서는 설계자가 시스템별 P&ID를 기반으로 자신의 경험이나 직관 또는 관련 법규에 따라 하나의 파이프 라인(pipe line) 단위로 3차원 배관 모델을 생성하고 있다. 이와 같이 현재는 파이프 라인 단위로 배관 모델을 생성하고 있기 때문에 최종 모델을 얻기까지 많은 시간이 소요되고 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 특정 구역(예컨대, 선미부, 기관실, 갑판, 불독 등) 단위로 배관 모델을 생성하는 다양한 모델링 방법(예컨대, 파이프의 자동 라우팅 방법 등)이 연구되었으나 대부분 실용화에는 문제가 있어 이론적인 접근에만 머물렀다. 또한 설계자는 배관 모델링 시 선체 구조 모델을 단순한 파이프 라우팅의 좌표 결정을 위한 간접 정보 즉, 매경도 보서만 활용하고 있다. 그런데 설계가 진행됨에 따라 선체 구조가 계속 변경되며 이 경우 설계자는 변경된 선체 구조를 다시 참조하여 기존 배관 모델을 파이프 라인 단위로 수정해야 한다.

*교신저자, 정회원, 울산대학교 조선해양공학부

**서울대학교 조선해양공학과 대학원 및 대우조선해양(주)

***중신회원, 서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템 공학연구소

- 논문투고일: 2006. 03. 27

- 심사완료일: 2007. 07. 03

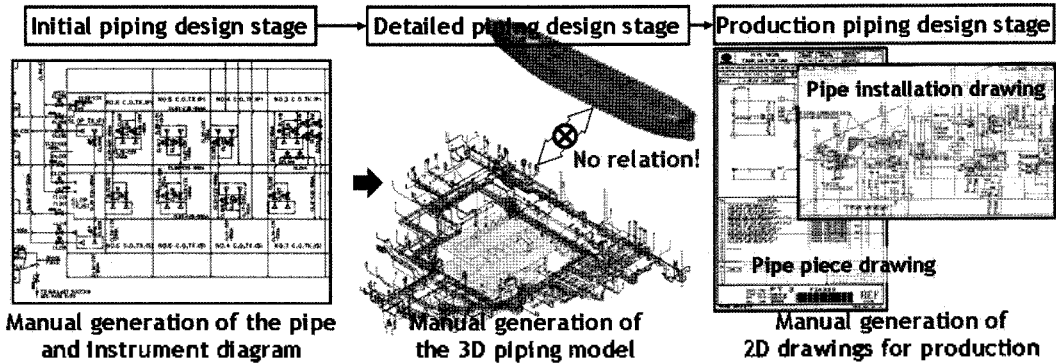


Fig. 1. Existing procedure of piping design.

한편, 국내 각 조선소의 배관 설계 단계에서는 기존의 플랜트나 기계 분야에서 많이 통용되어 온 3차원 배관 설계 시스템을 그대로 사용하거나 조선소의 용도에 맞게 부분적으로 수정하여 사용하고 있다. 이러한 시스템들은 근본적으로 조선 분야의 특성(배관 모델의 조기 생성, 선체 구조와 연관된 배관 모델의 필요 등)에 대한 고려가 부족하기 때문에, 국내 조선소에 적합하며 자체적인 응용 개발을 확대해 나갈 수 있는 조선용 3차원 배관 설계 시스템 구축의 필요성이 커지고 있다.

따라서 본 연구를 통해, 배관 설계 초기에 최소한의 입력 정보를 이용하여 일정 구역 단위로 다수의 파이프들을 신속하게 모델링할 수 있고, 또한 선체 구조의 변경에 따른 파이프 라우팅의 수정이 편리하며, 선체 구조를 참조하여 모델링할 수 있는 배관 모델링 방법이 제안되고, 이를 기반으로 한 배관 모델링 시스템이 개발될 수 있다면, 이는 현재의 배관 설계 단계에서 배관 모델이 생성되는 시점을 앞당길 수 있을 것("배관 모델링의 상류화")이며 나아가 설계 공기 단축에 기여할 수 있으리라 생각된다.

1.2 관련 연구 현황

3차원 배관 모델링 분야에서의 관련 연구 현황을 살펴보면, 1990년대의 경우 최단 거리를 갖는 파이프 라우팅 결과를 얻고자 하는 것이 대부분이었다. 예컨대 회피(escape) 알고리즘¹¹⁾이나 유전 알고리즘(genetic algorithm)¹²⁾을 이용하여 일정한 공간 내에서 장애물과의 충돌 없이 최단 거리를 갖는 파이프 라우팅 결과를 얻고자 하는 것에 관한 연구가 있었다.

이후 파이프의 분기(pipe branch), 기기 장비 및 밸브(valve) 등의 유지 보수 공간 등을 고려하면서 파이프의 밴딩(bending) 회수를 최소화 하는 파이프 라우

팅 결과를 도출하는 것에 관한 연구¹⁴⁾가 있었다. 이 연구에서는 동일 구역을 함께 지나가는 파이프들에 대해 파이프 tray(이 논문에서는 support라고 언급함)를 이용함으로써 보다 현실적인 파이프 라우팅 결과를 도출하고자 하였다.

한편 현재 조선소에서 활용되고 있는 3차원 배관 설계 시스템(예, TRIBON, IntelliShip 시스템)들은 파이프 라우팅 시 장애물을 회피하거나 또는 선체 구조를 관통하는 등의 판단을 시스템 스스로 결정하기 보다는 설계자가 직접 결정하도록 하고 있다. 즉, 파이프가 지나가는 위치를 설계자가 일일이 입력하는 3차원 좌표의 입력을 통한 배관 모델링 방법을 채용하고 있으며, 앞서 언급한 연구들에서처럼 최적의 파이프 라우팅 결과를 자동으로 구하는 기능은 거의 가지고 있지 않으며 일부 구현되어 있더라도 설계자에 의해 거의 이용되고 있지 않은 실정이다.

2. 선체 구조와의 연관성을 고려한 쾌속 배관 모델링 방법

본 저자들은 선행 연구로서 선체 모델링을 수행하여 초기 선체 구조 모델을 생성하고 이를 이용하여 초기 공정 및 일정 계획용 물량 정보를 생성할 수 있는 초기 선체 모델링 시스템을 개발한 바 있다¹⁵⁾. 본 연구에서는 이러한 선행 연구로부터 생성된 선체 구조 모델을 기반으로 하여 현업에 적용 가능한 배관 모델을 생성하는 새로운 방법에 대해 연구하고, 이를 적용한 배관 모델링 시스템을 개발하였다.

배관 설계 초기 단계에서 생성되는 배관 계통도 즉, P&ID는 주요 시스템 단위별로 기기 장비들의 파이프에 의한 연결 관계를 2차원으로 도식화한 도면이다. 이 도면 내에는 주요 기기 장비의 유두, 장비와

연결되는 파이프의 사양(내경, 외경, 재질 등), 밸브 등과 같은 주요 fitting류의 사양(각 fitting에 따른 주요 치수, 재질 등)과 개략적인 위치 등이 나타나 있다. 즉, P&ID는 기기 장비들의 파이프에 의한 연결 관계 즉, 위상 정보(topological information)를 주로 나타낸 도면이며 파이프가 어떤 위치에 정확히 존재하고 벤딩되며, 밸브 등과 같은 fitting류들이 어떤 위치에 존재하는지의 3차원 기하 정보(geometry information)는 나타나 있지 않다. 따라서 배관 모델링 이전에 반드시 주요 기기 장비의 위치와 각 파이프의 시작 및 끝 위치(파이프가 연결되는 기기 장비의 입출력 위치)가 결정되어 있어야 하며 이러한 작업은 배관 설계 작업자에 의해 수행된다.

Fig. 2의 좌측 그림은 기존의 배관 모델링 과정을 나타낸다. 그림에 나타나 있듯이 기존에는 주위의 선체 구조나 기타 장애물을 고려하여 설계자의 경험이나 직관, 또는 관련 법규에 따라 파이프 라인 단위로 배관 모델링을 수행하였다. 즉, 설계자가 하나의 파이프 라인을 모델링하기 위해서는 기기 장비의 입출력 위치와 파이프가 벤딩되는 모든 위치를 3차원 좌표로서 입력해야 했다(화면 상에 해당 위치를 마우스로 클릭함). 그러나 선체 구조가 일부 변경되거나 파이프 라우팅이 변경되는 경우 설계자가 파이프의 위치를 일일이 수정해 주어야 하는 일이 발생하며 이러한 작업에는 많은 시간이 소요되고 있다. 따라서 현재의 배관 설계 시스템들은 3차원 좌표 입력에 의한 파이프 생성과 수정 작업을 보다 쉽게 해 주는 데 중점을 두고 있다.

이러한 모델링 방식은 설계 변경이 거의 없는 생산 설계 단계에서 유용하며 지금까지 산 사용되어 온 방법이다. 하지만 최근 설계의 상류화 경향("3차원 CAD 모델링 과정이 생산 설계 단계에서 초기/상세 설계 단계로 앞 당겨지고 있는 현상")으로 인해 배관 모델이 생성되는 시점이 앞 당겨지고 있다. 즉, 설계 변경이 빈번히 나타나는 초기/상세 설계 단계부터 배관 모델을 생성하려고 하고 있다. 이러한 설계 단계에서 기존 모델링 방법을 그대로 사용할 경우 배관 모델을 생성하고 수정하는데 지금보다 더 많은 시간과 인력이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 Fig. 2의 오른쪽 그림에서와 같이 초기 설계 단계에서 선체 구조 모델을 확보할 수 있다고 가정했을 때 빠른 시간 내에 3차원 배관 모델을 생성할 수 있는 쾌속 배관 모델링 방법과, 생성된 배관 모델과 주위 선체 구조 모델과의 연관 정보를 자동 생성하여 선체 구조 변경에 따른 배관 모델의 자동 변경 방법을 제안하였다.

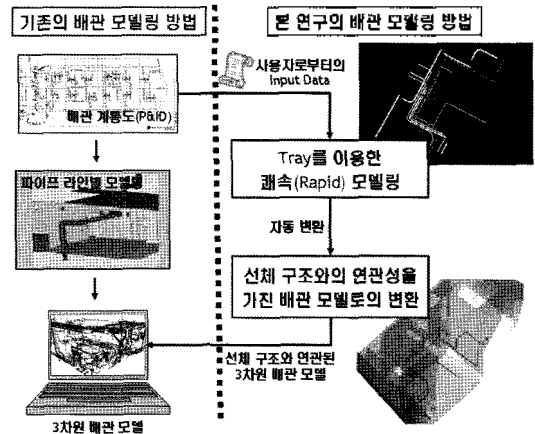


Fig. 2. Overall procedure of the pipe modeling method in this study.

본 연구에서는 P&ID를 참조하여 설계자가 결정된 각 기기 장비의 입출력 위치(파이프의 시작 및 끝 위치)를 마찬가지로 사용하며, 추가 정보로서 주요 장비(예, main engine, auxiliary engine 등) 주위에 여러 개의 파이프들이 동시에 지나갈 수 있도록 설치되는 파이프 tray(또는 support)의 위치를 입력받는다(해당 위치들 스크립트(script) 파일에 입력함). 즉, 각 파이프의 시작 및 끝 위치, 각 파이프가 지나가는 tray의 위치를 입력으로 주면 이를 만족하는 파이프들을 자동으로 생성하게 된다. 그 후 생성된 각 파이프의 시작 및 끝 위치, 벤딩 위치를 3차원 좌표뿐만 아니라 주위의 선체 구조 부재(예, 판)와의 거리 정보로서 자동 생성해 줌으로써 선체 구조와 연관된 배관 모델을 생성하게 된다. 이 경우 선체 구조가 변경되면 영향을 받는 파이프들이 자동으로 변경되며 결과적으로 선체 구조에 따라 변경된 배관 모델을 자동으로 생성할 수 있다. 이러한 기능은 편집 설계에 유용한 것이며 이의 효율성을 3.2절에 소개하였다.

2.1 쾌속 배관 모델링 방법

Fig. 3은 기존의 배관 설계 시스템과 본 연구에서 제안한 배관 모델링 방법의 차이를 나타내고 있다. 기존의 배관 설계 시스템에서는 각 파이프의 시작 및 끝 위치, 벤딩 위치가 입력 정보이며, 이러한 위치 조건을 만족하는 각 파이프가 출력 정보이다. 예컨대, Fig. 3(a)에 나타나 있듯이 기존의 배관 설계 시스템에서는 설계자가 파이프의 시작 위치 'P1'(기기 장비 'EQ. 1'의 출력 위치), 끝 위치 'P2'(기기 장비 'EQ. 2'의 입력 위치), 벤딩 위치 'P2', 'P3', 'P4'를 입력하면 이를 지나가는 파이프 'PIPE 1'을 생성할 수 있다. 즉,

이러한 모델링 방법은 설계자가 파이프가 지나가는 모든 위치를 일일이 입력하는 것이다. 이와 반면, Fig. 3(b)에 나타나 있듯이 본 연구에서 제안한 방법에서는 설계자가 파이프의 시작 위치 'P1', 시작 위치에서 파이프가 나가는 방향 'D1', 끝 위치 'P2', 끝 위치에서 파이프가 들어오는 방향 'D2', 각 tray의 위치 'Tray 1', 'Tray 2', 각 tray 상에서 파이프가 지나가는 방향 'D2', 'D3'을 입력하면 이를 지나가는 파이프 'PIPE 1'을 생성할 수 있다. 즉, 이러한 모델링 방법은 설계자가 파이프가 지나가는 개략적인 정보를 입력하면 주어진 정보를 입력하는 파이프를 자동으로 생성('파이프 자동 라우팅(auto routing)')하는 것이다.

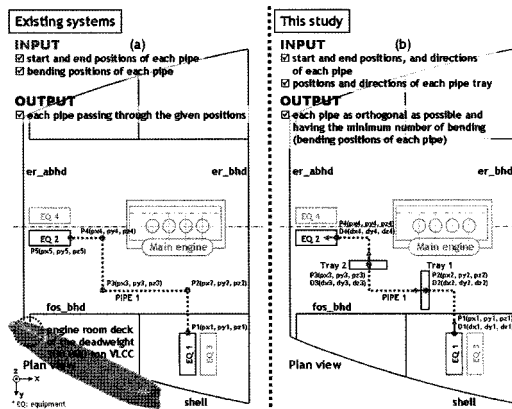


Fig. 3. Comparison of the pipe modeling method between the existing systems and this study.

Fig. 4는 본 연구에서 제안한 모델링 방법에서 어떻게 파이프 라우팅이 결정되는지를 나타낸다. Fig. 4에 나타나 있듯이 파이프가 지나가는 구역(region)을 살펴보면, 'EQ. 1'과 'Tray 1' 사이, 'Tray 1'과 'Tray 2' 사이, 'Tray 2'와 'EQ. 2' 사이의 3개의 세부 구역(sub region)으로 나눌 수 있다. 이들 중 'Tray 2'와 'EQ. 2' 사이에 존재하는 세부 구역을 살펴보자. 이 세부 구역 내에서 가능한 파이프 라우팅 안은 3개이다. 첫 번째 안은 파이프가 직교하면서(orthogonal) 하나의 벤딩을 가지는 것이고, 두 번째 안은 경사져 있으면서(inclined) 두 개의 벤딩을 가지는 것이며, 세 번째 안은 직교하면서 3개의 벤딩을 가지는 것이다. 본 연구에서는 각 세부 구역 내에서 가능한 파이프 라우팅 안들 중에서 가능한 한 직교하면서 벤딩 회수가 가장 적은 것을 최적의 안으로 결정한다. 이러한 개념은 배관 설계자의 설계 경험("파이프를 가능한 한 직교하면서 벤딩 회수가 가장 적도록 한다")을 반영한 것이라 할 수 있다. 이러한 과정을 모든 세부 구역에

대해서 반복하게 되면 하나의 파이프 라인을 자동 생성할 수 있다.

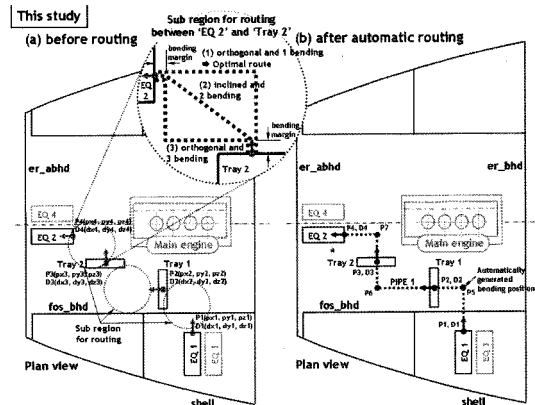


Fig. 4. Example of the pipe modeling method by automatic routing in this study.

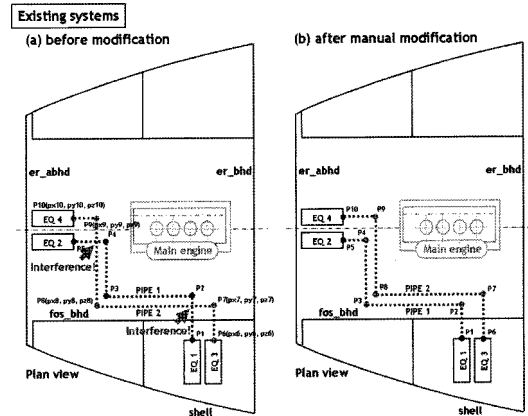


Fig. 5. Example of the pipe modeling method by manual modification in the existing systems.

이제 'EQ. 2', 'EQ. 4'를 지나는 또 하나의 파이프를 생성한다고 가정하자. 앞서 설명한 방법과 유사하게 기존의 배관 설계 시스템에서는 설계자가 파이프의 시작 위치 'P6'(기기 장비 'EQ. 2'의 출력 위치), 끝 위치 'P10'(기기 장비 'EQ. 4'의 입력 위치), 벤딩 위치 'P7', 'P8', 'P9'를 입력하면 이를 지나가는 파이프 'PIPE 2'를 생성할 수 있다(Fig. 5(a)). 그런데 경우에 따라서 새로 생성된 파이프 'PIPE 2'가 기존에 생성되어 있던 파이프 'PIPE 1'과 간섭(interference)이 생길 수 있다. 이러한 경우에는 설계자가 파이프 'PIPE 2'의 벤딩 위치 'P7', 'P8', 'P9'를 하나씩 수정하여 간섭을 회피하도록 해야 한다. 물론 이러한 작

업은 간섭이 발생된 파이프의 수가 적을 경우 단 시간 내에 처리할 수 있으나 그렇지 않을 경우 수정하는 데에 상당한 시간이 필요하다.

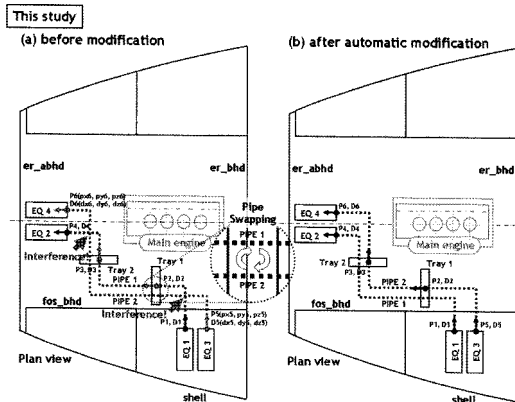


Fig. 6. Example of the pipe modeling method by automatic modification in this study.

한편, 본 연구에서 제안한 방법에서는 설계자가 파이프의 시작 위치 'P6', 시작 위치에서 파이프가 나가는 방향 'D5', 끝 위치 'P10', 끝 위치에서 파이프가 들어오는 방향 'D6'을 입력하면 이를 지나는 파이프 'PIPE 2'를 생성할 수 있다(Fig. 6(a)). 여기서 파이프 'PIPE 2'가 기존에 정의된 'Tray 1', 'Tray 2'를 지나므로 다시 정의할 필요가 없다.

본 연구에서는 파이프 라우팅의 자동 생성 결과 파이프간의 간섭이 발생한 경우, 내부적으로 각 tray 상에서의 파이프들의 위치를 서로 바꾸("pipe swapping")으로써 Fig. 6(b)에서와 같이 간섭이 존재하지 않는 파이프 경로를 자동으로 생성하게 된다. 즉, 이러한 방법은 파이프간의 간섭을 자동으로 해결함으로써 설계자에 의한 수정 작업을 최소화할 수 있도록 줄여주는 것이다.

2.2 선체 구조와의 연관성을 가진 배관 모델로의 변환 방법

기존 배관 설계 시스템에서 생성된 배관 모델은 각 파이프의 시작, 끝, 벤딩 위치를 기하 정보(각 위치의 3차원 좌표)로서 가지고 있다. 물론 파이프의 사양을 속성 정보로서 가지고 있다. 이러한 배관 모델의 표현 방식은 배관 모델 자체를 생성하는 데에는 문제가 없으나 이미 생성된 배관 모델을 수정하거나(Fig. 5 참조) 배관 모델의 일부를 활용하여 새로운 배관 모델을 생성하는 편집 설계에는 불편한 점이 존재한다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 2.1절에서와 같이 생성된 배관 모델을 선체 구조와 연관된

모델로서 자동으로 변환하는 방법을 제안하였다. 즉, 본 연구에서는 기존 배관 설계 시스템에서 가지고 있는 각 파이프의 기하 정보 외에 각 파이프가 주위의 선체 구조와의 연관 정보를 추가적으로 가지도록 하였다. 여기서 각 파이프가 선체 구조와의 연관 정보를 가진다는 의미는 해당 파이프의 시작, 끝, 벤딩 위치에서 가장 인접한 판과 그 판과의 거리 값을 가지고 있다는 것을 의미한다. Fig. 7은 본 연구에서 제안한, 배관 모델을 선체 구조와 연관된 모델로서 자동으로 변환하는 방법의 개념을 나타내고 있다. 그림에 나타나 있듯이 제안한 방법은 기존에 생성된 선체 구조 모델과 배관 모델이 있을 때("Input") 배관 모델을 구성하는 각 파이프의 시작, 끝, 벤딩 위치를 선체 구조 모델 내의 판과의 인접 정보("Output")로 나타내는 것을 말한다.

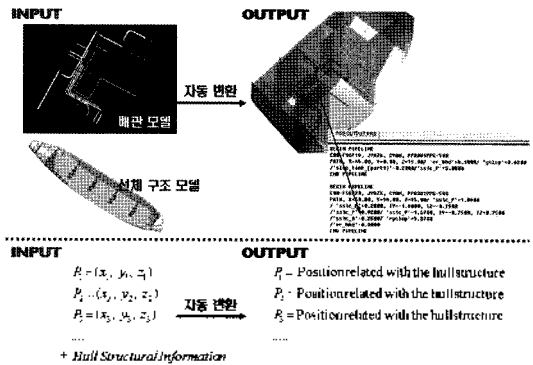


Fig. 7. Concept of converting the pipe model into the model having the relationship with the hull structure.

본 연구에서 제안한 방법을 간단한 예로서 설명하면 다음과 같다. Fig. 8에 나타나 있듯이 파이프 'PIPE 1'은 기기 장비 'EQ. 1'과 'EQ. 2' 사이에 존재하는 것이므로 시작 위치가 'P1', 끝 위치가 'P5'이며 벤딩 위치는 'P5', 'P6', 'P7'이다. 파이프 라우팅이 결정되면 시작 위치 또는 벤딩 위치에서 다음 위치를 나타내는 방향을 계산할 수 있으며 본 연구에서는 이를 진행 방향('progressing direction')이라고 가정하였다. 이제 벤딩 위치 'P5'를 선체 구조와 연관된 정보로서 변환하는 방법은 다음과 같다. 첫 번째, 선체 구조 모델을 구성하는 모든 판들 중에서 판의 법선 벡터(판의 두께가 입력되는 방향)가 'P5'에서의 진행 방향과 같은 방향 또는 반대 방향인 것을 검색한다. 두 번째, 검색된 판들에 대해 'P5'와의 거리를 계산하고 그 거리가 가장 가까운 판을 검색한다. 마지막으로, '검

색된 판 ± 거리 값'을 'P5'의 선체 구조와의 연관 정보로서 저장한다. Fig. 8(a)의 경우 모든 판들 중에서 'P5'에서의 진행 방향과 같은 방향 또는 반대 방향인 것을 검색하면 'er_abhd'와 'er_bhd'가 얻어진다. 이들과 'P5'와의 거리를 계산하여 가장 가까운 판을 검색하면 'er_bhd'가 얻어진다. 따라서 'P5'에 대한 선체 구조와의 연관 정보는 'er_bhd - b'가 된다. 이와 유사한 방법으로 'P1', 'P4', 'P6', 'P7'에 대한 선체 구조와의 연관 정보를 구해 보면 각각 'fos_bhd + a', 'er_abhd + e', 'fos_bhd - c', 'er_abhd + d'가 된다.

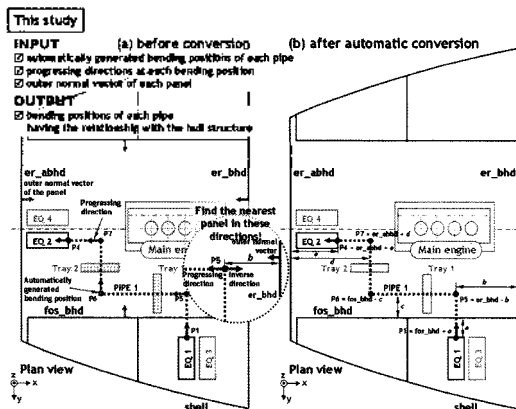


Fig. 8. Example of the generation of the pipe model having the relationship with the hull structure by automatic conversion in this study.

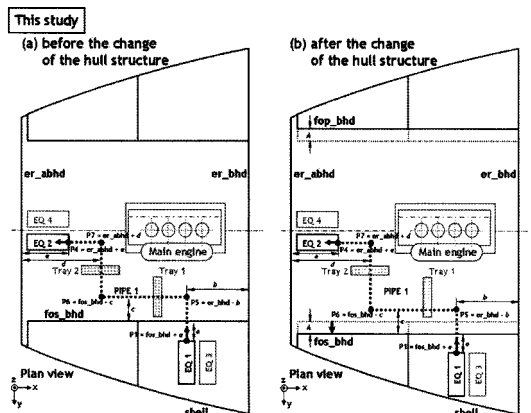


Fig. 9. Example of automatic change of the route of the pipe according to the changes of the hull structure in this study.

이제 배관 모델이 선체 구조와의 연관 정보를 갖는 것의 장점에 대해 살펴보자. 만약 선체 구조가 변경되

어 판 'fos_bhd'와 'fop_bhd'의 위치가 각각 선측 방향으로 변경되었다고 가정하자. 만약 배관 모델을 구성하는 각 파이프의 시작, 끝, 벤딩 위치가 3차원 좌표(예, (10, 0, 3))로만 표현되어 있다면(기존 배관 설계 시스템의 경우) 선체 구조의 변경과 상관없이 파이프는 그대로 있게 된다. 하지만 본 연구에서와 같이 각 파이프의 시작, 끝, 벤딩 위치가 3차원 좌표가 아닌 선체 구조와의 연관 정보 즉, 각 위치에서 가장 가까운 판과 판과의 거리 값으로서 표현되어 있다면 선체 구조가 변경될 때 각 파이프의 시작, 끝, 벤딩 위치도 따라서 변경되며 결과적으로 변경된 파이프를 얻을 수 있다. Fig. 9는 본 연구에서 선체 구조가 변경('fos_bhd'와 'fop_bhd'의 위치가 각각 선측 방향으로 이동)될 때 관련된 파이프('PIPE 1')가 자동으로 변경되는 예를 나타낸다. 이러한 개념은 선체 구조가 변경됨에 따라 배관 모델을 수정하는 작업을 자동화할 수 있으며, 기존 배관 모델의 일부 또는 전부를 이용하여 새로운 배관 모델을 생성하는 편집 설계에 유용하리라 본다.

이상과 같이 본 연구에서는 초기 설계 단계에서 선체 구조 모델을 확보할 수 있다고 가정했을 때 빠른 시간 내에 3차원 배관 모델을 생성할 수 있는 쾌속 배관 모델링 방법과, 생성된 배관 모델과 주위 선체 구조 모델과의 연관 정보를 자동 생성하여 선체 구조 변경에 따른 배관 모델의 자동 변경 방법을 제안하였다.

3. 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 기관실 내부의 배관 모델 생성 예

본 연구에서 제안한 방법의 효용성을 검증하기 위해 제안한 방법을 기반으로 한 배관 모델링 시스템을 개발하였으며, 이를 재화 중량 300,000톤 대형 유조선(VLCC; Very Large Crude oil Carrier, 이하 300K VLCC라 함)의 기관실(engine room) 내부의 배관 모델링 과정에 적용해 보았다. 그리고 생성된 300K VLCC의 배관 모델을 재화 중량 320,000톤 대형 유조선(이하 320K VLCC라 함)의 선체 구조 모델에 그대로 적용하여 320K VLCC의 배관 모델을 생성하는 편집 설계에 적용해 보았다.

3.1 300K VLCC에 대한 배관 모델 생성 결과

Fig. 10, 11, 12은 300K VLCC의 선체 구조 모델을 기반으로, 본 연구에서 제안한 쾌속 배관 모델링 방법을 이용하여 기관실 내부의 배관 모델링을 수행

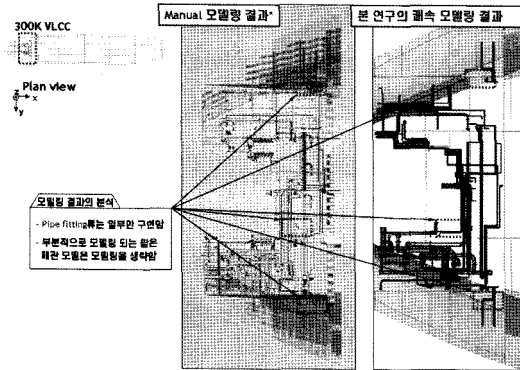


Fig. 10. Result of the pipe modeling of the engine room region of the deadweight 300,000 ton VLCC (plan view).



Fig. 11. Result of the pipe modeling of the engine room region of the deadweight 300,000 ton VLCC (section view).

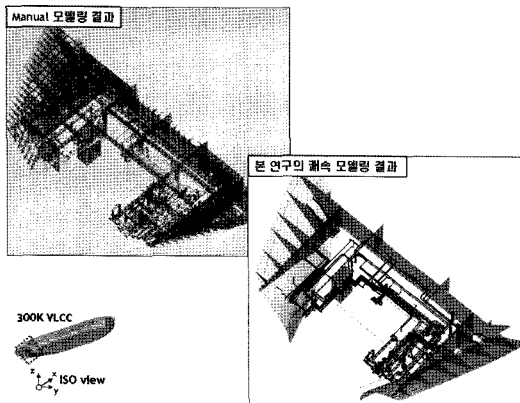


Fig. 12. Result of the pipe modeling of the engine room region of the deadweight 300,000 ton VLCC (isometric view).

한 결과를 나타낸다. 각 그림에 배관 설계자가 TRIBON 시스템을 이용하여 수작업으로 모델링한 결과('Manual 모델링 결과')를 함께 나타내었다. 그림에 나타난 배관 모델은 약 40개의 파이프 라인들로 구성되어 있다.

이 그림들에서 알 수 있듯이 배관 설계자가 수작업에 의해 생성한 배관 모델과 본 연구에서 제안한 방법에 의해 자동 생성한 배관 모델은 국부적으로만 차이

가 날뿐 비슷한 결과를 도출하였음을 알 수 있다.

3.2 300K VLCC 배관 모델을 이용하여 320K VLCC의 배관 모델을 자동 생성한 예

2.2절에 소개된 “선체 구조와의 연관성을 가진 배관 모델로의 변환 방법”의 효용성을 검증하기 위해 Fig. 10, 11, 12와 같이 생성된 300K VLCC의 배관 모델을 320K VLCC의 선체 구조 모델에 그대로 적용하여 320K VLCC의 배관 모델을 생성하는 편집 설계에 적용해 보았다. 여기서, 300K VLCC의 배관 모델을 선체 구조 모델에 그대로 적용한다는 것의 의미는 300K VLCC의 배관 모델을 생성하기 위해 설계자가 작성한 스크립트 파일을 320K VLCC의 선체 구조 모델 상에서 그대로 실행한다는 것을 의미한다. Fig. 13은 그 결과를 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이, 선체 구조 모델이 300K에서 320K로 바뀌었음에도 불구하고 새로 생성된 320K의 배관 모델이 300K의 배관 모델의 형태를 그대로 따름을 알 수 있다.

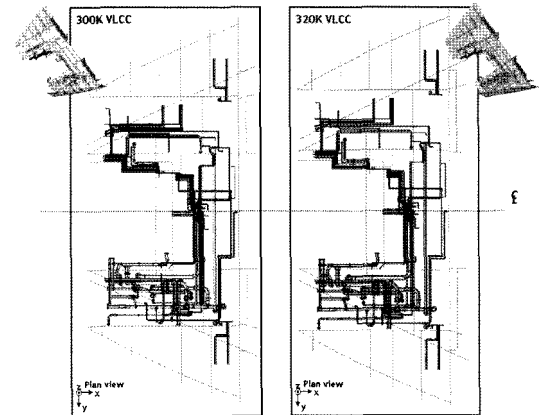


Fig. 13. Example of the edit design for generating the pipe model of the deadweight 320,000 ton VLCC by using that of the deadweight 300,000 ton VLCC.

3.3 기존의 배관 모델링 방법과 본 연구에 제안한 방법과의 비교

Table 1은 기존의 배관 설계 시스템에 의한 모델링 방법(기존의 배관 모델링 방법)과 본 연구에서 제안한 모델링 방법과의 비교를 나타낸 것이다.

여기서, 모델링 시간의 경우, 기존의 배관 모델링 방법은 배관 설계자가 Fig. 10, 11, 12에 나타난 정도의 배관 모델을 TRIBON 시스템을 이용하여 생성하는 데에 소요된 시간을 나타내며, 본 연구에서 제안한 방법은 개발된 시스템을 이용, 설계자가 입력 정보를 포함한 스크립트 파일을 작성하고 이를 실행해 배관

Table 1. 기존의 배관 설계 시스템에 의한 모델링 방법과 본 연구에서 제안한 방법과의 비교

	기존의 배관 모델링 방법	본 연구에서 제안한 모델링 방법
모델링 시간	약 500(man-hour)	약 125(man-hour)
모델 수정 방법의 편의성	파이프 라인 단위로 시작, 끝, 벤딩 위치를 수작업으로 입력 및 수정	선체 구조의 변경에 따른 자동 모델 변경 가능
유사 실적선의 편집 설계	많은 추가 수정 작업이 필요	선체 구조와 연관된 기존 배관 모델을 활용하여 모델링 재 작업 시간을 줄일 수 있음

모델을 자동 생성하는데 소요된 시간을 나타낸다.

4. 결론 및 향후 연구 계획

본 연구에서는 초기 선체 구조 모델을 기반으로 하여 빠른 시간 내에 3차원 배관 모델을 생성할 수 있는 쾌속 배관 모델링 방법과, 생성된 배관 모델과 주위 선체 구조 모델과의 연관 정보를 자동 생성하여 선체 구조 변경에 따른 배관 모델의 자동 변경 방법을 제안하였다. 그리고 제안한 방법을 기반으로 한 배관 모델링 시스템을 개발하였으며 시스템 검증에 위해 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 기관실 내부의 배관 모델링 과정에 적용해 보았다. 그 결과 비교적 빠른 시간 내에 배관 모델을 생성할 수 있었음을 확인하였고 유사 실적선을 이용한 편집 설계에도 활용 가능함을 확인하였다.

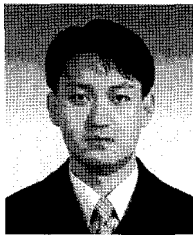
본 연구에서 제안한 쾌속 배관 모델링 방법을 이용할 경우 설계 초기에 빠른 모델링 결과를 도출할 수 있고, 이는 설계 공기 단축에도 기여할 것이며 나아가 생성된 배관 모델을 이용하여 초기 배관 불량을 정확히 계산하는 데에도 활용할 수 있을 것이다. 또한 본

연구 결과를 이용하여 선체 구조가 크게 변하지 않는 유사 실적선의 배관 모델을 재생성하는 편집 설계에 활용이 가능하며, 각 파이프의 시작, 끝, 벤딩 위치에 저장된 선체 구조와의 연관 정보 즉, 주위 판과의 거리 값을 이용하여 파라메트릭 배관 모델링에도 적용이 가능할 것으로 생각된다.

향후 연구 계획으로는 본 연구에서 제안한 방법을 다양한 실적선에 적용함으로써 개발된 시스템의 보완 및 개선 과정을 거칠 예정이다. 또한 본 연구의 결과를 조선소에서 활용 중인 기존 시스템에 전달하기 위한 방법 역시 연구를 수행할 계획이다.

참고문헌

- Mitsuta, T., Wada, Y., Kobayashi, Y. and Kiguchi, T., "A Knowledge-Based Approach to Routing Problems in Industrial Plant Design", The 6th International Workshop on Expert Systems and Applications, Avignon, France, April, pp. 237-256, 1986.
- Kim, D. G. and Come, D., "Industrial Plant Pipe-Route Optimisation with Genetic Algorithms", in Parallel Problem Solving from Nature IV, pp. 1012-1021, Springer, Berlin, 1996.
- Ito, T., "A Genetic Algorithm Approach to Piping Route Path Planning", *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 10, No. 1, pp. 103-114, 1999.
- Park, J. H., Pipe-Routing Algorithm Development for Ship Engine Room Design, Ph.D. Thesis, University of Washington, 2002.
- 노병일, 이규열, "객체 지향 초기 선체 구조 설계 시스템 개발", 한국CAD/CAM학회 논문집, Vol. 10, No. 4, pp. 244-253, 2005. 8.
- 노병일, 이규열, "선체 블록의 물량 정보 생성 및 블록 탑재 시뮬레이션에 관한 연구", 한국CAD/CAM학회 논문집, Vol. 11, No. 2, pp. 115-127, 2006. 4.



노 명 일

1998년 서울대학교 조선해양공학과 학사
2000년 서울대학교 조선해양공학과 석사
2005년 서울대학교 조선해양공학과 박사
2005년~2007년 서울대학교 공학연구소/
해양시스템공학연구소 선임연
구원
2007년~현재 울산대학교 조선해양공학부
신임강사

관심분야: 조선해양생산시스템, 최적 설계, CAD, CAPP, CAGD



최 우 영

1994년 부산대학교 조선해양공학과 학사
2006년 서울대학교 조선해양공학과 석사
1995년~현재 대우조선해양(주) 정보기술
R&D팀
관심분야: 배관설계, CAD



이 규 열

1971년 서울대학교 공과대학 조선공학과
학사
1975년 독일 하노버 공과대학 조선공학
석사(Dipl.-Ing.)
1982년 독일 하노버 공과대학 조선공학
박사(Dr.-Ing.)
1975년~1983년 독일 하노버 공과대학
선박설계 및 이론연구소, 주정부
연구원

1983년~1994년 한국기계연구원 선박해양공학연구센터, 선박설계,
생산자동화 연구사업(CSDP)단장
1994년~현재 서울대학교 공과대학 조선해양공학과 교수
관심분야: CAD, CAGD, 선박 설계, 시뮬레이션, CALS