

조선 블럭분할 공정계획을 위한 솔리드 모델링 CAD의 기능 연구

이 재 원 <인하대학교 교수>

황 인 식 <인하대학교 대학원>

윤 덕 영 <대우조선공업(주)>

김 훈 주 <대우조선공업(주)>

1. 서론

조선산업에 도입된 CAD기술은 국내외적으로 대부분 설계업무에 국한되어 성공적으로 사용되어져 왔지만 VLCC등과 같은 선박의 공정계획 업무에 CAD가 이용된 경우는 매우 빈약하여 현재의 업무는 대부분 아직도 수작업으로 처리하고 있는 실정이다. 블럭분할 공정계획업무는 블럭조립 및 탑재 공정계획과 더불어 조선공정계획의 한 부분을 차지하며 업무성격상 선형처리 되어야 하므로 그 중요도가 더욱 크다. 선각을 대상으로하는 이 블럭분할 업무는 선각의 단면도나 측면도를 이용하여 분할선의 위치를 결정한다. 이때 작업자가 다루는 대상정보는 도형정보이므로 컴퓨터그래픽스 기술이 이용되어져 분할작업이 수행되면 정보생성의 신속화및 정밀화에 따른 공기의 단축이나 생산계획의 안정화로 조선생산계획의 생산성 향상에 확실한 효과를 기대할 수 있다. 이에 관련된 연구동향을 살펴보면 국내연구로는 보고된 자료가 거의 전무한 상태이며 해외동향으로는 일본의 조선 파이릿트모델 연구에서 유사한 연구보고가 있으나 기술개발의 방법등에 관한 내용은 매우 제한적으로 기술되어 있다 [1][2][3]. 국내에서 연구 보고된 조선 관련 CAD 연구를 보면 개념설계나 의장설계등의 설계분야[5][6][7]와 구조해석[8]등에 치중되어 있으며 생산관련 논문은 그 건수가 빈약하여[4] 조선 공정계획에 CAD를 이용한 연구보고는 거의 전무한 상태이다.

컴퓨터그래픽스 기술을 이용한 블럭분할의 연구방법으로는 엑스윈도즈(X-WINDOWS)와 같은 그래픽스전용 도구를 이용하는 방법, 조선전용 CAD 시스템을 이용하는 경우 및 범용 CAD 시스템을 사용

하는 세가지 방법이 있을 수 있겠다. 첫째 경우의 단점은 대상물의 3차원 형상과 솔리드모델링의 기능을 부여하기까지에는 비교적 많은 개발 노력과 시간이 요구된다. 둘째 경우의 문제점으로는 현재의 Steer-bear와 같은 조선전용 CAD 는 블럭분할과 같은 업무를 수행하는데 필요한 기본기능이 부재하여 사용자의 직접적인 기능추가개발이 필요하나 매우 폐쇄적인 시스템 구조로 인하여 사실상의 이용이 매우 제한적이다. 더우기 와이어프레임(wire-frame) 형상 모델링 기술을 기본으로 하는 시스템이기 때문에 범용 솔리드모델러(solid modeller)가 흔히 제공하는 부재간의 간섭체크 기능이나 CAD 데이터베이스의 접근도구등의 이용이 불가하다 [10]. 따라서 이러한 단점을 극복 할 수 있는 세제 방법인 범용 솔리드 모델러의 사용은 블럭분할작업의 CAD화에 필요한 최소한의 기능 검증도구로서 적절하다고 하겠다. 물론 이것은 선각의 초기설계에 솔리드모델링 CAD 기술이 사용되는 환경을 전제로 하는 것으로서 국내 CS-DP 4차년도의 한 과제로 설정 되어 있기도 하며, 동시에 조선산업의 컴퓨터통합생산(computer integrated manufacturing) 추진에 달성되어야 하는 한 목표이기도 하다 [9].

본 연구논문에서는 블럭분할공정계획에 필요한 요구분석과 이 기능의 검증을 수행하였다. 2장에서는 블럭분할의 기본적인 요구기능들을 언급하였으며 3장에서는 이들의 상세설명과 상용 범용 솔리드모델러를 이용한 검증결과를 제시하였다.

2. 블럭분할의 CAD를 위한 요구분석

기존의 블럭분할 작업방법은 초기도면을 중심으로

공정계획의 전문가가 블럭분할선을 수작업으로 결정하고 관련된 분할블럭에 관한 블럭별 접합길이, 무게 등의 물량산출을 추정하므로써 그 업무의 효율이 매우 비능률적이며 정보의 정확도도 매우 낮은 실정이다. 따라서 분할전문가의 의사결정을 지원할 수 있는 방법으로서 CAD 시스템을 도입하면 업무의 효율과 공기의 단축등으로 생산성의 증대를 얻을 수 있을 것이다. 이를 위한 CAD의 요구 기능으로는 다음의 기본사항을 언급할 수 있다.

첫째, 분할선의 입력기능이 있다. 종이도면이 아닌 컴퓨터 화면상에 나타난 3차원 선각형상을 대상으로 분할선을 입력해야 하므로 이를 위한 적당한 방법을 고안해야 한다. 즉 분할선의 입력은 선각의 측면도(profile view)에 대한 입력과 단면도(section view)에 대한 입력이 독립적으로 처리되어야 한다. 이 두가지는 분할선의 갯수에서 차이가 있으므로 각각의 특성에 맞는 입력방법이 사용자 편의 위주로 구현되어야 한다. 둘째, 입력된 분할선들로부터 블럭별 경계면을 인식할 수 있어야 한다. 셋째, 인식된 각 블럭내의 부재들 하나하나에 관한 인식과정이 필요하다. 넷째, 실제의 블럭별 화일(file) 생성이 필요하다. 다섯째, 접합길이(joint length)가 각각의 블럭별로 계산되어야 한다. 여섯째, CAD 데이터베이스를 접근할 수 있는 도구(tool)가 제공되어야 한다. 이들 각각에 대한 보다 상세한 기능분석과 이의 검증에 대한 설명은 다음장에서 기술한다.

3. 블럭분할 CAD시스템의 기능과 검증

3.1 가상블럭(VB: Virtual Block)을 이용한 분할

범용 솔리드 모델링용 CAD 시스템에서는 블럭분할을 위한 형상모델의 N등분 기능을 대부분 제공하지 못하고 있다. 비록 이와 유사한 기능이 존재하더라도 분할후 각 블럭별 부재의 독립적인 인식은 별도의 문제로 남게 된다. 따라서 본 연구에서는 블럭을 분할하는 효과를 얻기 위하여 블럭크기만 한 직육면체 형태를 갖는 가상의 솔리드파트를 정의하고, 이를 분할선 정보에 따라서 대응되는 선각내의 임의의 부위에 위치시켜 선각 솔리드 형상모델과 교차(intersection) 시키므로써 분할효과를 얻도록 하는 기법을 도입하였다. 이때 사용된 직육면체형의 파트를 가상블럭(virtual block)이라 정의한다.

블럭분할 작업을 위해서는 다양한 모양의 가상블럭이 필요하다. 중앙평행부의 측면을 대상으로 링(ring)을 생성할 때는 간단한 직육면체 모양의 가상

블럭만이 쓰이지만 링의 단면에 분할선을 지정하여 블럭을 생성할 때는 분할선의 교차로 인한 다양한 모양과 크기의 가상블럭들이 필요하게 된다. 이는 단면의 모양별로 네가지 타입으로 대별할 수 있으며, 그 각각의 방향성에 따른 세부 분류가 가능하다. 기존 블럭들의 경우로 보아 대부분의 경우 이들 네가지 타입의 가상블럭으로서 분할작업을 하는데 지장이 없을 것으로 생각되나, 정해진 타입 이외의 가상블럭이 쓰여야 할 경우는 자동으로 생성하여 쓰일 수 있도록 한다. 이에 관한 가상블럭의 단면모양의 예는 Fig. 1과 같다.

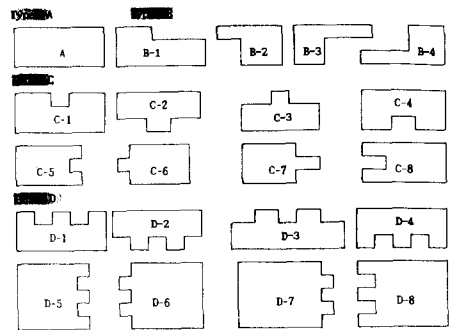


Fig. 1 블럭타입

3.2 분할선의 입력

CAD를 이용한 블럭분할작업이 기존의 작업방법을 최대한으로 반영하려면 설계된 선각을 화면상에 보이고 분할선을 지정하도록 해야 한다. 선각의 측면도(profile view)를 대상으로 하여 분할선을 입력할 때는 프레임(frame)번호와 그로부터 거리정보를 입력하므로써 분할선을 지정한다. 또한 단면도(section view)를 대상으로 분할선을 입력할 때는 마우스를 사용하도록 하여 작업의 효과를 높이도록 한다. 단면도에 분할선을 입력하는 과정은 다음의 네단계로 이루어진다.

STEP 1 : 화면에 표시된 단면도(section view)를 대상으로 마우스를 이용하여 분할선의 대강의 위치를 정의한다.

STEP 2 : 시스템이 제공하는 기준선과 SETP 1에서 입력한 분할선을 마우스를 이용하여 선택한다. 그후 거리정보를 키보드로 입력하여 정확한 위치에 분할선이 다시 나타나도록 한다.

STEP 3 : 분할선이 교차되는 부분은 시스템이 제공하는 트리밍(triming)이나 어라인(align) 기능을 이용하여 정돈한다.

SETP 4 : 블록코드를 키보드로 입력하고 그 기입 위치를 마우스로 지정하여 화면상에 표시한다.

선각 중앙단면도를 대상으로 분할선을 입력하는 예가 Fig. 2와 Fig. 3에 도시되었다.

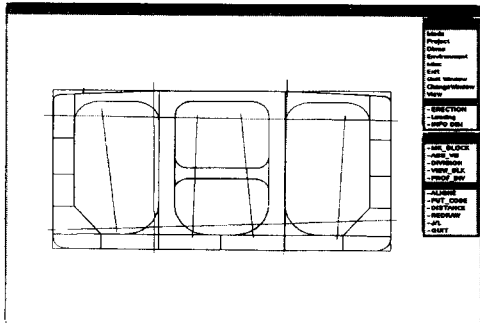


Fig. 2 Hull 중앙부 단면도(section view)에 입력된 분할선

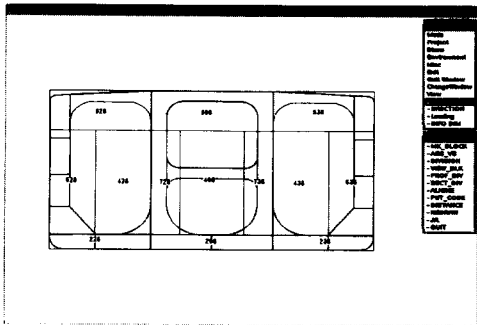


Fig. 3 분할선 확정후의 hull 중앙부 단면도

3.3 분할선과 블록타입의 인식(recognition)

중앙평행부 측면도로 부터는 단지 두개의 분할선 지정으로 링(ring)블럭을 정의하도록 할 수 있다. 따라서 Fig. 1의 타입 A의 간단한 형상을 가지는 가상블럭만이 필요하다. 단면도에 분할선을 기입하여 단위블럭을 생성할 때에는 그 기입된 분할선들이 서로 교차하기 때문에 다양한 모양의 가상블럭이 필요하게 된다. 어떤 단위블럭에는 어떤 타입의 형상을 가지는 가상블럭을 사용해야 하는지를 사용자가 시각적으로 판단하여 결정하는 일은 비교적 용이하다. 그

러나 이를 시스템이 자동으로 인지한후 분할을 하기 위해서는 기입된 분할선 정보로부터 가상블럭의 경계(contour)를 자동으로 인식하는 기능과 그후 이에 대응되는 블럭타입을 선정하는 기능이 동시에 요구된다.

이를 위한 연구로서 컴퓨터 그래픽스(Computer Graphics)의 필링(filling) 알고리즘을 검토하였다 [11][12]. 이 알고리즘은 2차원 단면 형상 정보를 다룬다는 점에서 유사하여 일차 검토 하였으나 필링의 경우 필링구역의 정의시 초기점(initial point)을 주어야하고 픽셀(pixel)을 단위로 알고리즘이 수행된다는 특징이 있어 본 블럭 타입인식의 경우와 같이 서로 교차되는 선분에서 경계정보를 추출하는 경우에는 직접 이용할 수 없었다. 따라서 본 연구에서는 분할선으로부터 블럭경계면을 추출하기 위한 독자적인 알고리즘을 개발하였으며 이로부터 블럭경계를 추출하였다. 이는 횡방향과 종방향의 분할선간 교차관계를 밝히고 그 연관성을 추론하므로써 가능하다. Fig. 4는 검증의 한 예로서 선각의 단면도 분할선 지정에 의한 분할선 인식후, 특정블럭(이 경우 638블럭)의 분할선 위치에 설정되어 있는 가상블럭의 모습을 보이고 있다.

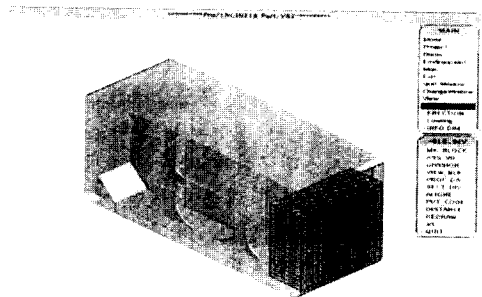


Fig. 4 중앙부 링(ring)에 위치한 가상블럭

3.4 파라메트릭 모델링(parametric modeling)에 의한 가상블럭의 재정의

가상블럭의 타입이 결정되면 가상블럭의 형상에 관한 정확한 치수(dimension) 재정의가 필요하다. 이는 블럭타입과 분할선 정보로부터 그 분할선간의 거리를 계산하여 얻어진 결과를 미리 정의하여둔 가상블럭의 경계관련 파라미터들에 할당하므로써 가능하도록 하였다.

3.5 단위블럭내의 부재자동인식

단위블럭 생성을 위해 정의된 가상블럭의 내부에는 스티프너(stiffner), 프레임(frame)등 다수의 부재들이 존재한다. 만일 가상블럭과 이들 부재를 내포하는 선각과 교차를 수행 할 때에 사용자가 모든 부재를 일일이 지정하여야 한다면 효율적이지 못하다. 따라서 본 연구에서는 단위블럭내에 포함하는 이러한 부재들을 자동으로 인지하는 기능을 설정하였다. 이는 솔리드모델러의 주요 기능중의 하나인 간섭체크를 이용하여 선각내부 모든 부재에 대한 가상블럭과의 간섭유무를 밝히므로써 가능하였다.

3.6 가상블럭과 부재간 교차(intersection)의 일괄작업(batch processing)

인지작업이 끝난후 가상블럭과 다수의 부재간들의 교차를 효과적으로 실행 하기 위해서는 교차작업이 순차적으로 처리되는 일괄작업(batch processing) 기능이 필요하다. 이의 교차작업 실행의 결과로 새로운 부재들이 생성되며 이들은 링의 번호와 기입된 블럭코드 정보와 함께 각각 파트파일(part file)로 저장된다.

3.7 생성된 부재에 의한 조립화일(assembly file)의 생성

단위블럭을 생성하기 위한 배치작업이 종료된후에는 생성된 부재들은 자동 로딩(loading)되어 독립된 단위블럭조립화일이 생성되어야 한다. Fig 5.에는 상기된 기능의 시스템구현에 의한 기능 검증의 예로서, 단면 분할선 지정에 의하여 독립 생성된 638단위블럭의 예를 보이고 있다. 이 블럭화일들은 내부 부재 각각에 관한 인덱스를 갖으므로써 블럭별 자재 목록(BOM: Bill Of Material) 표의 생성도 가능하다.

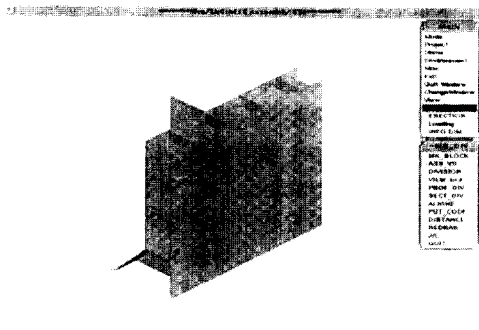


Fig. 5 가상블럭을 이용하여 생성된 블럭의 예

3.8. 접합길이(joint length) 산출을 위한 CAD기능 블럭이 생성된후 블럭 내부부재간이나 블럭간의 접합길이는 조선 공정계획의 주요 정보이다. 그러나 기존의 Steerbear같은 조선전용 CAD 시스템에서는 이를 제공하지 못하고 있어서 사용자가 수작업으로 이를 추정하고 있는 실정이다.

일반적으로 솔리드모델러(solid modeler)는 조립품의 단위부재를 독립된 파트로서 가지고 있고 각 파트의 구성 엔티티(entity)들로의 접근이 용이하여 이를 이용하면 접합길이의 추출이 가능하다. 이를 위해서는 구성부재들간의 위상관계(topologic relation)로 부터 이들간의 접촉여부를 조사한 후에 접촉하고 있는 부재의 면의 추출기능과 구성 엔티티를 분석하여 접합길이를 추출해야 한다. Fig. 6은 블럭내부 부재의 면(face)을 구성하는 모서리(edge)가 모재(parent part)의 면에 놓이는지를 거리를 갖고 밝혀내는 알고리즘으로서, 접합길이 산출에 필요한 부분 기능이다. CAD 시스템 상에서의 검증 사례로서 단위블럭의 내부부재간의 접합길이 추출의 대상이 되는 접합부위를 추출한 모습이 Fig. 7에 나타나 있다. 대상 블럭은 앞에서 생성했던 638블럭을 대상으로 하였다.

```

begin
for i:= 1 to (part_num - 1) do
{ part_num is the number of parts }
parent_part = i;
{ parent_part represents a parent part }
child_part = i+1;
{ child_part represents a child part }
while(child_part < part_num)
for j := child_part to part_num do
for every face of parent_part do
for every face of child_part do
if all edges of child face are involved in parent face
then assign child face to contact_face[k];
{ contact_face[k] stores the information of contact face }
k := k+1;
end
end
end

```

Fig. 6 임의의 두면의 접합 판단 알고리즘

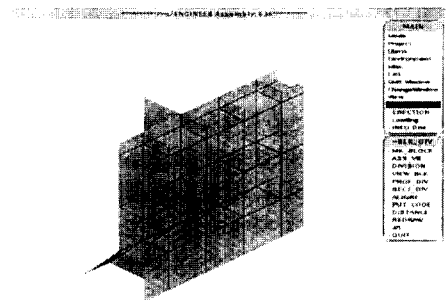


Fig. 7 638블럭의 접합선 추출 검증의 예

4. 결론

본 논문에서는 조선 블럭분할 공정계획의 CAD 화를 위한 요구기능의 정의와 이의 구현을 위하여 기존의 Steerbear와 같은 와이어프레임 모델링(Wire Frame Modeling) CAD 시스템에서는 처리할 수 없는 기능을 범용 솔리드 모델러 상에서 필요한 소프트웨어 모듈을 개발하여 기능 검증을 하였다. 기능 검증의 도구(tool)로서 CAD 데이터베이스의 접근이 가능한 Pro/ENGINEER를 이용하였으며 CAD 데이터베이스의 접근 도구는 Pro/DEVELOPE를 사용하였다 [13].

소프트웨어 모듈 개발을 통하여 검증 연구된 기능은 다음과 같다.

- 초기 설계된 VLCC 선각의 측면도(profile view)나 단면도(section view)를 대상으로 컴퓨터 화면상에서 분할선의 입력이 손쉽게 되처리될 수 있음을 검증하였다.
- 입력된 분할선으로부터 가상블럭(virtual block)이라는 단위블럭의 형상을 가지는 솔리드 형상모델을 자동생성하고, 이를 선각의 각 부위에 위치시켜 선각과 교차시키므로서 모든 블럭이 자동으로 생성될 수 있음을 확인할 수 있었다.
- 조선공정계획에서 중요한 정보인 블럭내 부재의 총 집합길이 추출이 가능함도 검증하였다.

본 연구내용중에서 부재의 자동인식 기능은 전문가시스템(Expert System) 기술등을 이용한 블럭분할 CAPP (Computer Aided Process Planning : 컴퓨터원용 공정계획시스템) 시스템 개발에 유용하게 사용될 수 있다. 왜냐하면 이러한 시스템의 효과적인 운용(operation)을 위해서는 CAPP 시스템의 입력데이터가 CAD 시스템으로부터 자동으로 전달되어야 하며 이를 위해서는 분할대상 선각단면의 구조 정보등이 기본적으로 인식 및 추출되어야 하기 때문이다. 이 CAD/CAPP 인터페이스는 CAPP에서 항상 bottle neck이여왔다[14]. 본 연구결과는 연구팀이 현재 수행하고있는 블럭분할 전문가 시스템 CAD / CAPP 인터페이스 모듈 연구로서 유용하게 사용되리라 예상된다.

본 개발 연구된 프로토타입 시스템의 활용으로 기대되는 공정계획의 생산성 효과는 다음의 항목들이 가능하다.

- 블럭분할 정보생성의 신속화로 인한 공기단축
- 집합길이 정보의 정확도로 인한 공수예측의 정밀화 및 작업의 안정화
- 설계변동에 따른 블럭분할 공정계획 변동의 신속한 대응.
- 다양한 분할 시뮬레이션에 의한 최적 블럭분할안의 수립

일본의 조선 CIMS Pilot 모델 프로젝트의 연구보고서에서도 블럭분할 지원시스템의 연구 내용이 보고되고 있으나, 범용 솔리드 모델링 CAD 시스템을 이용한 블럭분할 업무의 CAD 화 연구는 본 논문이 최초일 것으로 생각된다.

현재 본 연구의 진행 결과는 비교적 만족스러운 결과를 보여주고 있는 반면에 사용된 CAD 시스템의 선각형상모델링의 기능에 약간의 문제점이 존재하는 것으로 나타났다. 이에 관해서는 시스템의 자체기능에 문제가 있는 것인지 차후 검토가 필요하다. 한편, 일반기계공업분야에서 솔리드모델링 CAD 기술이 실용화되고 있는 시점에서 본 연구중 부수적으로 얻게된 초기설계 선각 형상모델링 경험은 향후의 기술 정착화에 도움이될 수 있으리라 사려된다. 최근에는 범용 기계분야 솔리드모델러 기능에 선각 설계의 기능이 추가된 CAD 시스템도 상품화 되었다. 이러한 동향은 조선 CAD 분야에도 솔리드모델러의 활용이 시작됨을 보이는 것이다. 향후 연구과제로는 블럭별 위상관계 및 블럭별 탑재집합길이등에 관한 것이 필요하고, 초기 설계의 솔리드 모델링 CAD화가 실용화되면 본 연구 결과도 실용화에 성공 할 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

- [1] 造船 CIMS PILOT MODEL 의 開發研究 報告書, 일본 조선진흥재단, 1989
- [2] 造船 CIMS PILOT MODEL 의 開發研究 報告書, 일본 조선진흥재단, 1990
- [3] 造船 CIMS PILOT MODEL 의 開發研究 報告書, 일본조선진흥재단, 1991
- [4] Michale E. Mortenson, Geometric Modeling, John Wiley & Sons, U.S. A, 1985년.
- [5] 이종갑, 김준호, "범용 CAD 시스템을 기초로 한 조선의장 설계 일관 시스템구축",

대한조선학회지, 제29권, 제3호, pp.28-35, 1992.

[6] 한순홍, 이동근, 이경호, "Motif를 이용한 선박 개념설계 시스템용 그래픽 사용자 인터페이스의 개발", 대한기계학회지, VOL. 32, No. 2, pp.159-166, 1992.

[7] 임대청, 이종범, "철의장 설계 전산개발/적용", 대한조선학회지, 제30권, 제2호, pp. 44-52, 1993.

[8] 봉현수, "해양오염 방지를 위한 이중선체 초대형 유조선의 설계개발", 강연회와 춘계연구발표회, 대한조선학회, pp. 7-27, 1993.

[9] 이규열, "CSDP 4차년도 연구결과-Progressive Meeting 발표내용을 중심으로-", 대한조선학회지, 제30권, 제3호, pp.31-33, 1993.

[10] Michale E. Mortenson, Geometric Modeling, John Wiley & Sons, U.S.A, 1985.

[11] Chan S. Pack, Interactive Microcomputer Graphics, Addison-Wesley, 1985.

[12] Foley, van, Dam, Feiner, Hughes, computer Graphics, Addison-Wesely, U.S.A. 1990.

[13] Parametric Technology Corporation, Pro/ENGINEER Modeling User's Guide, U.S.A, 1993.

[14] Tien-Chien Chang, Expert Process Planning for Manufacturing, Addison-Wesley, U.S.A. 1990.

國際學術會議案內

開催時期	開催地	會議名
'94. 4. 4~4. 8	Tokyo, Japan	Cavitation '94 Int'l Conf. On Cavitation
4.10~4.15	Osaka, Japan	ISOPE-94, Int. 1. Offshore and Polar Eng. Conf.
5.24~5.27	Pelft, Netherlands	5th Int'l Marine Design Conf.
5.25~5.27	Trondheim, Norway	Int. 1. Conf. on Hydroelasticity in Marine Tech
6.15~6.18	Beijing, China	ICVE '94, Int'l Conf. on Vibration Eng.
6.27~6.28	Taejon, Korea	Korea-Japan Joint Workshop on CWC
7. 4~7. 5	Tokyo, Japan	Workshop on Wave Resistance & Viscous Fole
7.12~7.15	Mass, USA	BOSS '94, Int. Conf. on the Behavior of Offshore Structures
7.19~7.20	Boston, USA	Symp-on Autonomous Underwater Vehicle Technology
9.13~9.15	Southampton, UK	CADMO '94, 5th Int. Conf. on Computer Aided Design, Manufacture and Operation in Marine and offshore Industries
9.15~9.18	Zhenjians, Jiangsu, China	Int'l Conf. on Shipping and Transportation in River
10.30~11.3	Wuxi, Jiangsu, China	Int'l Conf. on Hydrodynamics
'95, 9.17~9.22	Seoul, Korea	PRADS '95 Practical Design of Ships and Ocean Eng.