

블록조립 정도평가 시스템 개발에 관한 연구

김 현우* · 백 영수* · 조 제형* · 임 장곤* · 최 학묵**

*중소조선연구원, **우리측기

The Development of Block Assembly Accuracy Estimation System

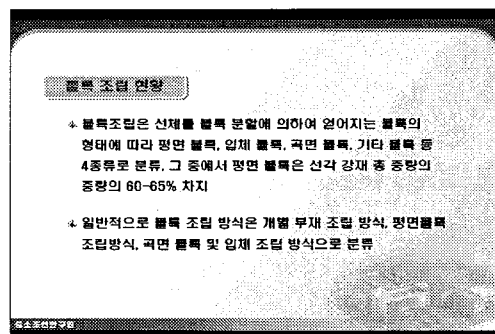
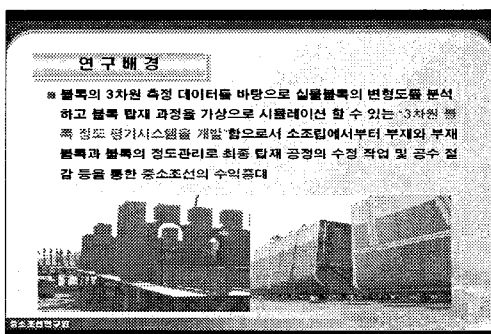
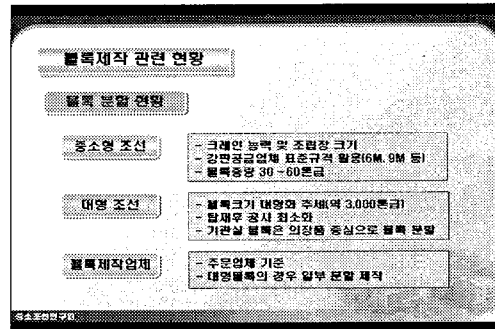
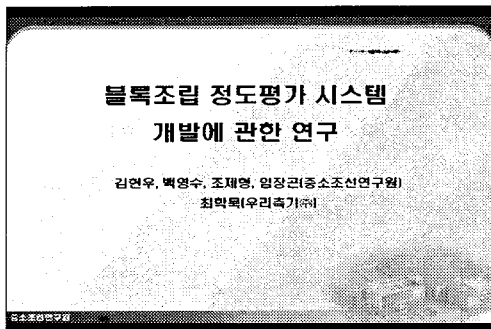
Hyen-Woo Kim* · Young-Su Back* · Je-Hyoung Cho* · Jang-Gon Im* · Hak-Mook Choi**

*Research Institute of Medium & Small Shipbuilding, Pusan 618-270, Korea

**WOORI CHEUCKI, Pusan 611-070, Republic of Korea

요 약 : 현재 조선산업은 선박의 대형화 추세에 맞추어 선체블록 규모가 대형화되고 있다. 따라서 대형 선체블록제작을 위한 블록전문업체가 증가하고 있으며, 그에 따른 블록조립 및 정도계측기술 개발이 절실히 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 그간 수행해온 블록계측과 관련된 각종 데이터베이스를 구축하고, 시스템 기능구현에 핵심 기술인 소프트웨어 개발 기법, 정보 가시화 기법을 제시하고 이를 이용한 인터페이스를 개발하여 본 시스템의 구성요소를 유기적으로 연결하여 사용하는 과정을 시연함으로써 블록조립 정도평가 시스템의 유용성과 기능을 검증하였다.

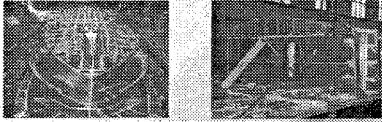
핵심용어 : 블록조립, 조립변형, 정도관리, 변형량 분석, 시스템 개발



*대표저자 : 김현우, hwkim@rims.re.kr 051)974-5527

개별부재 조립방식

- ▶ 판이음이 된 판재 위에 종부재, 횡부재 등의 내부 부재를 순차적으로 지수에 맞게 용접해 가는 방식
- ▶ 평면, 곡면 블록에 관계 없이 사용하고, 소형 조선포에 사용
- ▶ 대형조선포에서는 기계화나 자동화가 곤란하여 다량 생산하는 데에는 경제성이 떨어짐



중소조선포구입

곡면블록 조립방식

- ▶ 곡면 블록은 그림과 같이 미리 곡면판 모양에 맞는 오프셋 지그 위에 굽임 가공된 판재를 올려놓고 그 위에 종, 횡부재를 조립한 다음, 판과 내부 구조부재를 용접하여 블록을 제작



중소조선포구입

평면블록 조립방식

- ▶ 횡부재 삽입 방식과 종부재 삽입 방식으로 분류
- ▶ 횡부재 삽입 방식은 블록의 주판에 종부재를 먼저 배치하여 고착 용접한 다음, 횡부재를 끼워 넣는 방법
- ▶ 고착 정도가 엄격한 반면 용접량이 적은 장점

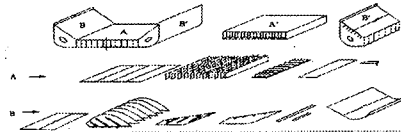
< 횡부재 삽입 방법 >



중소조선포구입

입체블록 조립방식

- ▶ 입체 블록은 갑판과 외판, 횡격벽과 종격벽 같이 두 종류 이상의 구조를 1개의 블록으로 조립시킨 것으로 이중벽 블록, 선수미 블록 등이 있다.
- ▶ 특히, 선수미부와 같이 굽임이 심하고 형태가 복잡한 블록인 경우에는 골조 부재를 먼저 조립하고, 여기에 곡면 외판을 물려 나가는 입체 조립 방식을 사용



중소조선포구입

- ▶ 종부재 삽입 방식은 횡부재를 고정 후 종부재를 밀어 넣어 격자 모양으로 조립 용접한 다음, 주판을 얹어 완성하는 방법
- ▶ 용접의 자동화에 제약이 많으나, 변형이 작고 블록 조립정도가 높은 장점
- ▶ 이러한 평면블록 조립방식은 내부 구조 부재의 배치 작업의 기계화와 이음부의 용접작업의 자동화에 의하여 정반 회전을 이 높고, 블록의 균질성이 향상되므로 단순한 평면 블록과 같이 다수의 동일 형태를 다량 생산하는 데에 적합

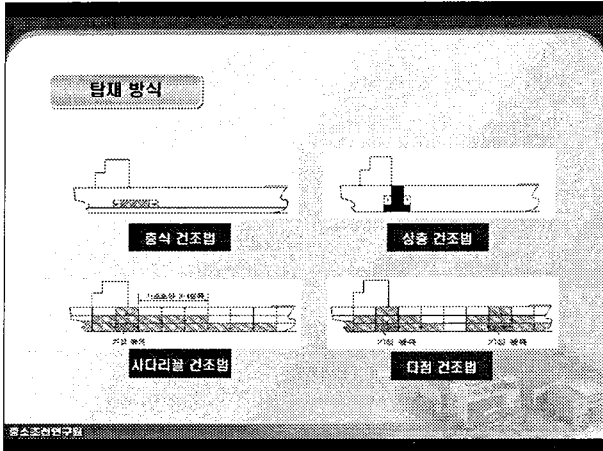


중소조선포구입

블록 탑재 현황

- ▶ 각 조선포의 시설과 규모에 따라 탑재 방식 결정
- ▶ 탑재 진행 속도에 따라 총식 건조법, 상형 건조법, 사다리꼴 건조법, 다점 건조법으로 구분
- ▶ 탑재는 일반적으로 중앙에서 가까운 곳을 시작으로 선수 선미 방향, 오른쪽 왼쪽 방향, 위쪽 방향으로 탑재
- ▶ 중형조선포는 기관실의 선저블록을 기준으로 선수미 방향 상부로 탑재하는 사다리꼴 건조방식 채택

중소조선포구입



정도관리 현황

- 정도관리는 선박의 최종조립 단계에서 설계에서 요구하는 성능을 만족시키고, 선주에게 품질 보증과 신뢰도 확보
- 외국 선진조선소에서 오래 전부터 정도문제를 해결을 위해 노력
- 국내 대형조선소에서도 정도관리팀을 두고 각 공정별 정도관리하며 최근 정도불량을 감소를 위하여 3차원 계측기 도입
- 중소조선소는 줄자, 추, 피아노선으로 정도를 계측, 정도 계산하여 체크시트로 관리

탑재방식 장단점

탑재방식	장점	단점
중식	- 탑재 초기 다수의 작업원 불수 (진수 선우 밀어착업인원 해소) - 동일 작업, 동일 작업자 전문화	- 상여, 구획별 통발이 높어져 뚝 크검사, 외장 관계공사 지연 - 탑재순서에 따라 선체 변형이 큼
상중	- 용접의 선수미 코팅 업이 적음 - 1구획씩 통발, 시험 및 검사 용이 - 탑재 초기 선대 면적이 적음	- 기관실이 선미에 있으면, 기관실 관계의 다들질이 높음 - 신지, 격벽, 외판, 상갑판 등 상호 작업 및 인원 배치, 관리가 어려움
사다리꼴	- 중식과 상중의 단점 보완 - 조선소에서 가장 널리 사용	- 다짐 방식에 비해 건조기간 길다 - 상여방향이 높여 뚝크검사, 외장 공사가 지연
다짐	- 건조기간 단축	- 기검 불복의 수에 따라 선형결정 짓기 작업이 많음 - 전체공정의 건조 기간을 상회 조립

중소형/대형 조선소의 정도관리 비교

- 주요치수는 모두 선급규칙에 준용
- 조립정도는 대형조선에 비해 높게 나타남

계측 항목	관리기준		허용범위	
	중소조선	대형조선	중소조선	대형조선
블록 길이(L)	± 4	± 2	± 6	± 3
블록 폭(B)	± 4	± 2	± 6	± 3
블록 깊이(A)	± 4	± 1	± 6	± 3
평판 치장(d)	± 10	-	± 20	-
대각선 길이(L1, L2)	± 5	± 2	± 10	± 3
B/L에서부터의 높이	± 5	± 2	± 10	± 3

정도계측 및 관리 현황

정도계측 현황


- 블록정도는 용접이음 구조 및 조립식 건조법으로 제작됨에 따라 조립정도가 후공정의 작업생산성 많은 영향을 줌으로 중요
- 설계자가 생산도면(2D도면)을 바탕으로 블록정도 계측표지장보 산출
- 그 정보를 바탕으로 생산현장에서 정도계측 작업자가 줄자, 추, 피아노선, 오토레벨 등의 계측장비 사용 블록 조립 정도 계측
- 체크시트 작성하여 정도를 확인, 관리하고 있으나, 분식자의 기준에 따라 계측결과를 다르게 분석, 분쟁 발생

정도계측 방법의 문제점

- 블록 조립 마진에 따른 추가 작업 발생
: 용접에 의한 수축을 고려하여 30-50mm 여유, 블록과 블록 조립시 절단공정 추가
- 계측장비의 문제점
 - 2차원적인 계측장비(추, 줄자, 피아노 선 등)로 입체불복을 계측함으로써 계측오차 발생
 - 추, 줄자 작업시 고소작업의 안전사고 우려
 - 대형 블록 계측시 작업공간이나 주위 장애물로 인한 작업 제한

계측방법의 문제점

- 레벨링이 되지 않은 직물복, 수정수직으로 조립되지 않은 블록의 경우 측정이 어려움
- 현장 작업자의 블록 계측시 기준이 되는 계측위치가 작업자에 따라 다르므로 블록평가의 단일성이 없음

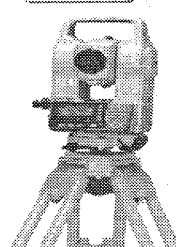


용접 및 블록 공정 탑재 공정

홍소조선연구원

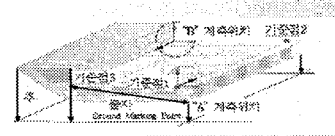
블록조립 정도평가 시스템 구성

계측기



각도 최소표시	· 0.5" / 1" (1/3600도)
축각 정도	· 2"
LASER 출력	· 무디켓 모드 · 프리즘/서트모드
최소표시	· 0.1mm/1mm 선택
측정범위	· 무디켓 : 350m · 반사시트 : 500m · 프리즘 : 6000m
인터페이스	· RS232C
기포경도	· 심기포관 20" / 2mm · 원형기포 10" / 2mm
표시부	· 양면 디스플레이 한글화

홍소조선연구원

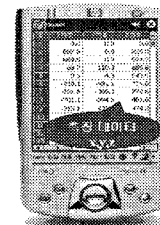


계측결과 분석의 문제점

- 블록정도 계측위치가 항상 탑재시 기준이 되는 기준점으로 측정해야 하나 현장 조건이 어려워 측정 후 좌표변환, 이동으로 재계산
- 계측결과 분석자재가 개인적으로 기준이 다르므로 전문 노하우를 가진 작업자만 분석이 가능하고 또한 시간과 공수가 많아 소요
- 계측 후 체크 시트 작성하는 데 측정시간의 1/3의 M/H 투입

홍소조선연구원

휴대용 PDA

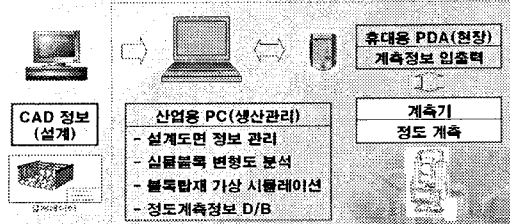


- ※ 블록의 가공/조립/탑재 공정에 대하여 현장에서 실시간으로 3차원으로 계측하여 설계데이터와 비교 분석하여 오차 값을 산출 가능
- ※ 측정데이터를 X,Y,Z 좌표값 산출하여 Excel의 .CSV로 변환, 메인 PC로 실시간으로 데이터를 RS232C 방식으로 전송함으로써 데이터베이스의 기초 자료 제공

홍소조선연구원

블록조립 정도평가 시스템

계측장비에 오차 방지, 계측값의 상대 좌표값 변환, 작업공간의 제약 등을 해소할 수 있는 시스템 개발



CAD 정보 (설계)

설계도면 정보 관리
- 실물블록 변형도 분석
- 블록탑재 가상 시뮬레이션
- 정도계측정보 D/B

휴대용 PDA (현장)

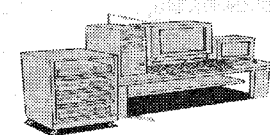
계측정보 임출력

계측기

정도 계측

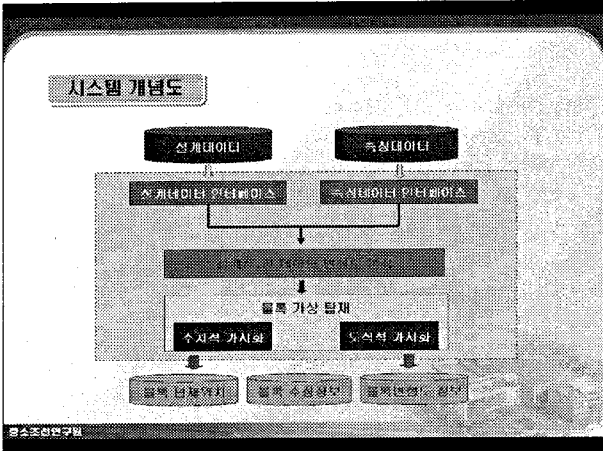
홍소조선연구원

산업용 PC



- ※ 블록의 3차원 측정 데이터를 바탕으로 실물의 변형도를 분석하고 블록 탑재과정을 가상으로 시뮬레이션
- ※ 측정데이터를 블록정도 체크시트에 설계값과 비교하여 오차를 자동으로 표기

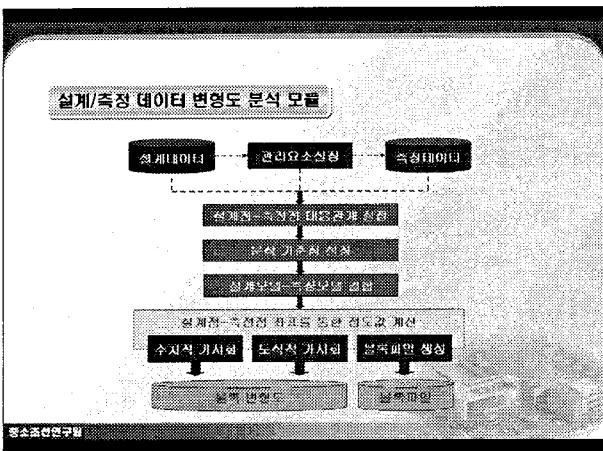
홍소조선연구원



측정데이터 입력

- 측정점명, x좌표, y좌표, z좌표, 기타정보로 구성
- DXF파일, IGES파일로 측정데이터 출력

cd1	-8.561	10.278	3.556	3R
cd2	-11.524	8.459	0.945	3R
cd3	-11.985	8.121	0.922	3R
cd4	-8.562	12.094	-0.710	1
cd5	-9.823	10.695	-0.313	1



설계점-측정점 대응관계 생성

- 점도계산을 위하여 설계점과 측정점이 서로 대응
- 점 이름 및 점 위치를 기준으로 대응관계를 형성

점 이름 기준 대응관계 생성

점 위치 기준 대응관계 생성

○ 설계점 ○ 측정점

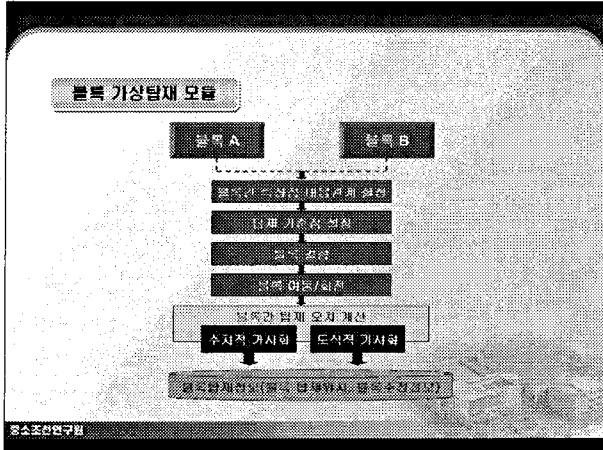
설계데이터 입력

- 대부분의 선체설계시스템이 DXF, IGES 파일 지원

설계데이터	지원파일
AutoCAD	DXF
Cadra	IGES, DXF
Tribon	IGES, DXF
Intellship	IGES, STEP
NUPAS CADMETIC	DXF

정도 오차값 계산 및 가시화

- 설계점과 측정점의 좌표정보를 이용하여 정도값을 계산
- 계산된 정도값은 수치적 또는 도시적으로 산출됨



* 탑재 기준점 설정 및 블록 결합

- 블록상의 3개의 기준점을 이용, 자동으로 블록 가상탑재를 수행
- 블록변형도 분석에서의 실제-측정점 결합방법과 동일

중소조선연구원

↓ 블록파일 입력

- 블록변형도 분석에서 산출된 블록파일을 입력
- 블록파일에는 블록의 실제데이터와 측정데이터를 포함
- 2개 이상의 블록파일을 입력하여 가상탑재 수행

중소조선연구원

↓ 블록간 탑재오차 계산

- 블록의 측정점 좌표를 이용하여 블록간 탑재오차를 계산
- 계산된 오차는 수치적 또는 도식적으로 산출됨

중소조선연구원

↓ 블록간 측정점 대응관계 생성

- 블록간 탑재 정도값을 계산하기 위해서 측정점간 대응관계 생성
- 블록 변형도 분석에서와 같이 점 이름 또는 점 위치를 기준으로 대응관계를 형성함

○ A 블록 측정점 ○ B 블록 측정점

중소조선연구원

결론

- ↓ 블록의 정도품질은 선박 전체의 품질과 생산성을 결정하는 중요한 요소로 본 연구에서 제안하는 블록조립 정도평가 시스템은 블록의 정도 향상에 많은 도움이 될 수 있음.
- ↓ 본 시스템의 변형량 분석 및 가상 탑재 시뮬레이션 기능은 기존의 블록조립단계 공정의 80-90% 단계에서 실시하던 정도 측정 및 관리 초기 단계에서부터 관리함으로써 조립오차를 줄이고 탑재 공정의 수정작업을 상당히 배제시킬 것으로 사료됨.
- ↓ 본 시스템은 대형 해상구조물이나 건축, 토목 분야에서도 발생하는 블록 탑재 과정에서 발생하는 블록 부재간 불일치 문제 해결에 많은 도움이 될 것으로 판단됨.

중소조선연구원