

다헤드 이송형 프린팅 시스템 개발에 관한 연구

노 효 원^{*}, 김 호 경^{*}, 임 래 수^{*}, 송 시 명^{*}, 신 현 주^{*}

^{*}STX 조선 주식회사 조선해양연구소

A study for Development of Moving Multi-Head Printing System

Hyo-Won Noh^{*}, Ho-Kyoung Kim^{*}, Rea-Soo Kim^{*}, Si-Myoung Song^{*}, Hun-Joo Sin^{*}

^{*}Shipbuilding & Ocean Research Institute, STX Shipbuilding Co., Ltd, Korea

ABSTRACT: This study is regarding to the Print System recording the information for the treatment on vessel steel plate in the process Ship Drying on moving without stopping. The print head accepts the locating information of moving steel plate sensed in sensor and It is aimed for the construction of facilities that the print head prints the informatin of maps, letters and signals for treatment on Steel plate surface on moving.

Key words: Printing(인쇄), Pretreatment(전처리), Nesting drawing(부재절단도면), Mill scale (산화철 피막), Shop primer(녹 방지용 도료), Hull(선각)

기 호 설 명

- V_p : 프린트헤드 이송속도 [mm/s]
- V_s : 강재 이송속도 [mm/s]
- D : 프린트헤드 이송거리 [mm]
- d : 프린트헤드의 인쇄폭 [mm]
- t : 인쇄 소요시간 [s]
- θ : 헤다이송가이드 기울기 [°]

하첨자

a, b, c : 임의의 지점 및 구간

1. 서론

선박의 건조에 있어서 선각은 수많은 크고 작은 부재들로 이루어진다. 이러한 부재들은 철판을 잘라서 선체 일부의 모양에 맞도록 접고 굽혀서 도면과 같이 만들어 진다. 제철소로부터 입고된 강재를 강철판 제조과정에서 생긴 얇은 산화철 피막과 녹을 블라스팅^(1, 2)을 이용하여 제거하고 녹 방지용 도료를 바르고 건조하는 전처리공정을 거친 후 강재 절단 작업으로 넘어가게 된다. 이러한 강재들은 재질과 크기, 부재의 형상에 따라 다양하게 분류되며 각각의 강재는 분류정보를 가지고 있다. Fig. 1(a) 과 같이 전처리공정 투입 전 기록되었던 상기의 강재정보는 Fig. 1(b) 과 같은 전처리공정을 거치게 되면서 지워지기 때문에 절단공정으로 넘어가기 전 Fig. 1(c)과 같이 일일이 작업자가 수작업으로 기록해야 하며

[†] responsibility author

Tel.: +82-55-548-3517; fax: +82-55-548-7602
E-mail address: hyowon@onestx.com

수작업 기록 도중 강재정보가 뒤바뀌거나 잘못 기록되어 Fig. 1(d)와 같이 후 공정에 투입되기 전 분류하는 과정에서 차질이 발생하는 등 많은 애로사항이 있다.



Fig. 1 Pretreatment and recording process

또한 강재를 절단하기에 앞서 절단, 굽힘 및 조립 작업에 필요한 선과 기호 등의 부재정보를 기록하는 작업이 필요하다. 종래에는 수작업으로 기록하였으나 여러가지 설비와 공작 기술의 발전에 따라 자동화가 이루어지고 있다. 여러 설비들 중 대표적인 것으로 Fig. 2(a)와 같은 NC(Numerical Control)마킹이 있다.

Fig. 2와 같이 NC마킹은 1 포인트의 토치를 이용하여 X-Y좌표계 상에서 주어진 궤적을 따라 이동하며 기록하게 된다. NC마킹은 절단, 굽힘 및 조립작업에 필요한 선 정보는 기록이 가능하나 기호나 문자 정보는 동시에 기록이 불가능하며 궤적을 따라 이동하기에 공정에 많은 시간이 소요되는 어려움이 있다.

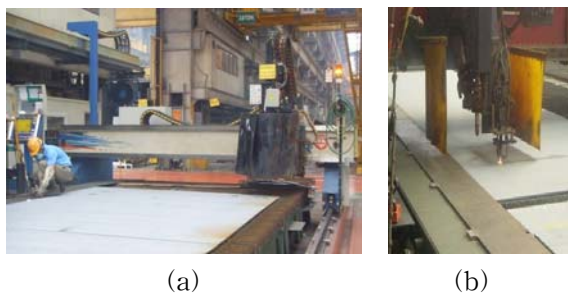


Fig. 2 NC(Numerical Control) marking machine

본 연구는 잉크젯 프린트헤드가 이송하며 강재 표면에 가공을 위한 도면과 문자, 기호 등의 정보를 인쇄하는 설비를 구축하는 것을 목적으로 한다.

2. 기구부의 설계

일반적으로 선박용 강재정보를 프린팅 하기 위해 개발된 프린트설비들은 Fig. 3과 같이 강재의 폭 방향으로 다수의 프린트헤드가 배열되어있는 페이지 인쇄법^(3,4)을 채택하고 있다. 프린팅 하고자 하는 강재의 폭 길이만큼 많은 수의 헤드가 필요로 하며 헤드의 수만큼 설비의 단가가 올라가는 단점이 있다.



Fig. 3 Page printing facility

따라서 Fig. 4와 같이 비교적 적은 수량의 프린트헤드를 이용하여 폭방향으로 이송하며 한 라인을 인쇄한 후 다음라인을 인쇄하는 라인 인쇄법^(3,4)을 적용하는 설비는 강재를 이송시키는 컨베이어가 한 라인을 인쇄한 후 다음 라인을 인쇄할 만큼 이동 후 멈추었다가 라인 인쇄 후 다시 이동하도록 정밀하게 이송하는데 어려움이 있다.

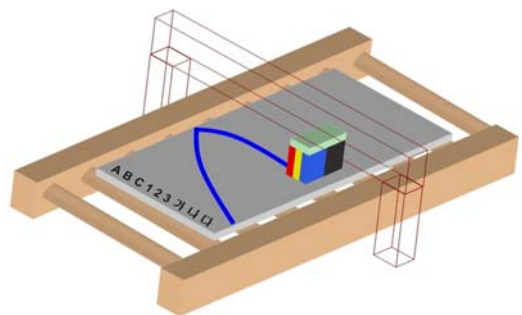


Fig. 4 Line printing facility

2.1 기구부 구성

라인 인쇄법을 적용하기 위하여 강재가 멈추지 않고 계속 이동하는 상태에서 프린팅을 하기 위해 프린트헤드가 이송되는 방향을 Fig. 5와 같이 강재 이송속도(V_s)와 프린트헤드 이송속도(V_p)를 고려하여 강재 이송방향으로 헤드이송 가이드에 소정의 기울기(θ)를 부여하였으며 다음(1)과 같은 식으로 표현된다.

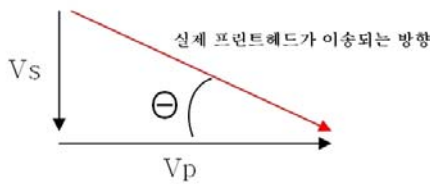


Fig. 5 Relation of printing head velocity and steel plate velocity

$$\theta = \tan^{-1}(V_s/V_p) \quad (1)$$

또한 공정 상 강재의 이송속도(V_s)가 변하게 되면 설비에서의 생산량이 달라지기 때문에 강재의 이송속도(V_s)는 일정하게 유지되며 이를 고려하여 프린트헤드의 이송속도(V_p)를 선정해야 한다.

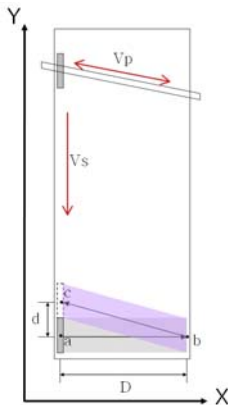


Fig. 6 Sketch of line printing facility

프린트헤드의 이송속도(V_p)를 선정하기 위해 강재의 이송속도(V_s)와 프린트헤드의 인쇄폭(d), 프린트헤드의 이송거리(D), 인쇄 소요시간 (s)을 X와 Y성분으로 나누어 계산을 할 필요가 있으며 Fig. 6에 계략적으로 표현하였다. 헤드이송가이드의 기울기(θ)는 세부설계 시 안전계수와 프린트

헤드의 이송 시 가속 및 감속에 따른 시간과 속도변화를 반영하도록 하고 다음 계산에서는 고려하지 않았다.

Y성분을 고려해 볼 때 프린트헤드의 이송경로는 한 라인을 인쇄 후 프린트헤드의 인쇄폭(d)만큼 이동 후 다음 라인을 인쇄하면 된다. 따라서 프린트헤드의 이동경로를 a지점에서 b지점을 경유하여 c지점에 도착하는 것을 한 사이클로 보았을 때 a지점에서 c지점으로 도달하는데 걸리는 시간(t_{ac})은 강재의 이송속도(V_s)와 a지점과 c지점의 직선거리를 이용하여 계산할 수 있으며 (2)와 같은 식으로 표현될 수 있다.

$$t_{ac} = d/V_s \quad (2)$$

상기 (2)의 식에서 계산된 a지점에서 c지점으로 도달하는데 걸리는 시간(t_{ac})은 X성분을 고려해보면 프린트헤드가 a지점에서 b지점을 거쳐 c지점에 도달하는데 걸리는 시간과 동일함으로 (3)과 같은 식으로 계산할 수 있다.

$$V_p = 2D/t_{ac} = 2DV_s/d \quad (3)$$

또한 다수의 프린트헤드를 일정한 간격으로 배치하고 프린트헤드의 인쇄폭(d)을 프린트 헤드의 수 만큼 나누어 적용하여도 Fig. 7과 같이 각각의 헤드가 담당하는 영역에서의 한 사이클의 각 지점은 프린트헤드의 인쇄폭(d)이 나누어진 비율만큼 줄어들기 때문에 상기에서 구한 식을 적용할 수 있다.

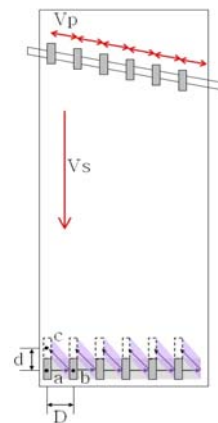


Fig. 7 Sketch of divided head line printing facility

2.1 기구부 시뮬레이션

상기에서 계산된 식을 검증하기 위하여 Fig. 8 과 같이 Visual Nastran 4D⁽⁶⁾ CAD 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 헤드이송 가이드를 강재의 진행방향 기준으로 일정 각도 기울이고 프린트헤드의 양 끝단부에 이동경로를 표시하여 양 끝단부의 이동경로의 중첩여부를 확인하였다.

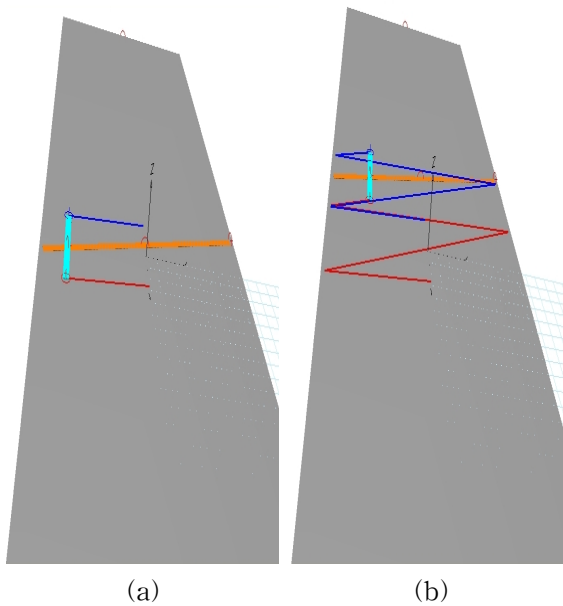


Fig. 8 Simulation of line printing motion

본 시뮬레이션은 실제 현장에서 운용되고 있는 전처리 공정의 강재이송속도(V_s)와 프린트 헤드의 이송거리(D)는 사용되고 있는 강재의 최대 폭으로 선정하고 프린트 헤드의 인쇄폭(d)은 강재의 최대폭을 감안하여 임의의 값을 대입하여 계산한 결과와 비교하였으며 그 값들은 Table 1에 나타나 있다.

Table 1 Specification of Printing system for simulation

V_s	D	d
6 m/min	3.520 m	1m

Table 1 의 값을 상기에서 구한 식에 대입하여 계산을 해 보면 다음 식과 같다.

$$\begin{aligned} V_p &= 2DV_s/d \\ &= 2 \times 3.520 \times 6/1 \\ &= 42.42 (m/min) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \theta &= \tan^{-1}(V_s/V_p) \\ &= \tan^{-1}(6/42.24) \\ &\approx 8.08^\circ \end{aligned} \quad (5)$$

Table 1 의 값과 상기 식을 이용하여 계산한 값을 Visual Nastran 4D⁽⁶⁾ CAD 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 해본 결과 라인의 화상간의 겹침이 없이 인쇄됨을 확인하였다.

3. 제어부의 설계

Fig. 9은 개발된 다헤드 이송형 프린팅 시스템의 제어시스템의 기본 구조를 나타낸다.

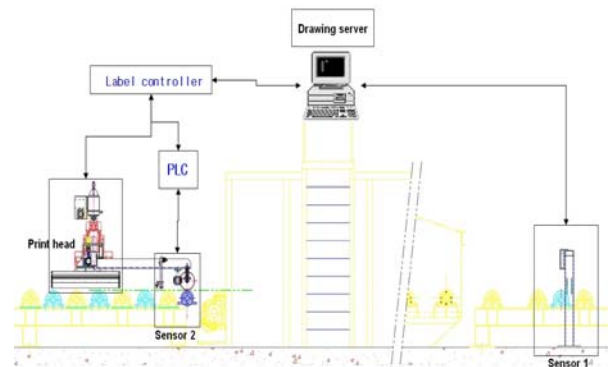


Fig. 9 Basic structure of controller

Sensor 1에서 전처리공정에 투입되기 전 컨베이어를 따라 진입하는 강재의 물리적형상(길이, 폭, 두께, 중량)을 측정하고 이 정보를 바탕으로 프린팅 해야 할 도면들을 찾게 된다. 나열된 도면들 중 우선순위를 결정하여 도면 정보를 컨트롤러에 전송한다.

Sensor 2에서는 전처리공정을 지나고 프린팅 설비로 이송되는 강재의 속도(V_s)와 프린팅을 시작해야 할 최초 위치를 주기적으로 컨트롤러에 전송한다. 컨트롤러는 프린트헤드의 위치, 속도와 강재의 이송속도를 비교하여 프린트헤드가 인쇄해야 할 화상을 전송하게 되며 프린트헤드는 인쇄 작업이 가능하게 된다.

4. 결 론

본 연구는 선박 건조 과정에 있어서 선박용 강재의 가공을 위한 정보를 강재가 인쇄를 위해 컨베이어 위에서 정지 하지 아니하고 이동 중에 기록하는 프린팅 시스템에 관한 것이다. 이동 중인 강재에 대한 위치 정보를 감지부에서 취득하고 이에 따라 프린트헤드가 이송하며 강재표면에 가공을 위한 도면과 문자, 기호 등의 정보를 인쇄하는 설비를 구축에 관한 것이다. 프린트헤드의 이송속도(V_p)를 선정하기 위해 강재의 이송속도(V_s)와 프린트헤드의 인쇄폭(d), 프린트헤드의 이송거리(D), 인쇄 소요시간 (s)을 X와 Y성분으로 나누어 계산을 수행하였으며, 계산값을 바탕으로 시뮬레이션을 수행하여 라인의 화상간의 겹침이 없이 인쇄되는 것을 확인하였다.

참고 문헌

1. Kim, G. S., 2005, Development of corrosion rust removing unit for small ship propeller, Journal of Ocean Engineering and Technology, Vol. 19, No. 6, pp. 72-77.
2. Baek, J. J., 2005, A study on Efficiency Improvement of preparation process for ship's block, Special Issue of the Society of Naval Architect of Korea, pp. 198-205.
3. Lee, M. K., 2003, Design of intergrated circuit for control the printer head ink nozzle, Journal of Korea Institute of Maritime Information and Communication Science, Vol. 7, No. 4, pp. 798-804.
4. Cho, Y. W., 2004, A dual PID control for high-accury positioning of ink jet printer media advance system, Journal of Control, Automation, and System Engineering, Vol. 10, No. 4, pp. 317-324.
5. Kim S. S., et al. A Introduction Shipbuilding and Ocean Engineering, 2008, 12th, ed., Dongmyoungsa, korea, pp. 282-286.
6. <http://www.mssoftware.co.kr>