

# 복합형 힌지 벨트 플레이트의 개발과 평가

하만경\*, 전재억#

## Development and Estimation of Hinge Belt Plate in Combination Type

Man-Kyung Ha\*, Jae-Uhk Jun#

### ABSTRACT

In the automobile and machine industry, Forming type conveyer system have problems in that hinge belt plate are stretched, produce a noise and get abrasion. they make the machine get out of order. we make hinge belt thicker for reducing the trouble. Thick hinge belt was stronger. But it was heavier. And it was hard to come up with buyer's expectations because the mold which makes the hinge belt have limit of strength, life cycle and size. So, we developed the machine welded each part of hinge belt plate

**Key Words** : Forming type conveyer system(성형방식 컨베이어 시스템), Hinge belt plate(힌지 벨트 플레이트)

### 1. 서 론

현재 자동차관련 산업 및 기계 산업에 이용되고 있는 컨베이어 벨트 플레이트(conveyer belt plate)는 크게 포밍(forming)에 의해 만들어진 플레이트를 이용한 방식과 플레이트를 판재와 힌지부로하여 따로 제작하여 용접한 용접형 플레이트가 주종을 이루고 있다. 생산현장에 이용되고 있는 컨베이어 시스템은 제품의 크기와 형태에 따라 여러 가지가 이용되고 있으며, 무겁고 부피가 큰 중하중물의 이송에는 철계금속을 이용한 컨베이어 벨트 플레이트 시스템이 많이 이용되고 있다. 이는 제품의 부피가 커지고 하중이 커지게 되면 컨베이어벨트 시스템의 강도도 증가 되어

야 하기 때문에 큰 부하를 견딜 수 있는 컨베이어 시스템을 사용하게 된다. 이에 따라 철계금속을 이용한 플레이트를 대체 할만한 여러 가지 재료와 방법이 개발되고 있다.<sup>(1~6)</sup> 그러나 현재 까지는 컨베이어 시스템의 내구성 및 강도, 제품단가 등의 측면에서 철계금속을 이용한 컨베이어 플레이트를 크게 능가하는 제품은 없다고 볼 수 있으며, 따라서 컨베이어시스템은 강철판을 이용한 컨베이어시스템이 주류를 이루고 있다. 여기서 기존의 포밍에 의해 제작되어진 컨베이어용 힌지 벨트 플레이트 시스템은 인장력에 의해 힌지 벨트 플레이트가 늘어지는 현상이 발생하고 이 현상에 의하여 소음 및 기계적 마모 등의 고장의 원인이 되어왔다. 이에 이러한 현상을 줄이기 위해 힌지 벨트 플레이트의 소재 두께를 높임으로써 강성을 증가시켜 제품을 제작하여 사용하고 있으나. 이는 제품의 단위중량이 무거워지며 따라서 구동동력을 키워 에너지 효율이 떨어지는 등의 단점을 가지게 되

\* 부경대학교 기계공학부

# 교신저자 : 부산정보대학 자동차기계계열

E-mail : junju66@hanmail.net

있으며, 또한 제품을 성형하는 금형의 강도와 수명 및 크기가 한정되어 있어 수요자의 다양한 요구에 부응하기 어려운 구조를 가지게 된다. 이에 따라 힌지 벨트 플레이트 부품의 개별 제작에 의한 접합(용접) 방법으로 제품을 개발할 필요성이 크다고 하겠다. 그러나 이러한 용접에 의한 힌지벨트 플레이트의 제작은 포밍타입에 비교하여 제품의 외형이 미려하지 못하여 사용자의 외면을 받고 있는 것도 현실이다. 이에 따라 힌지 벨트 플레이트를 설계하여 개발 제작할 경우 기계적 강도나 생산단가를 감소시키면서 제품의 외형이 미려하게 개발되어야 할 것이다. 이런 일련의 개선으로 사용시간을 증대시킬 수 있고 시스템의 기계적인 고장으로 인한 추가 비용을 줄일 수 있다. 또한 강도 높은 재료를 전체적으로 사용하지 않고 선택적으로 사용하여 기계자체의 하중을 줄이고 재료비를 절감하는 등의 효과도 얻어야 할 것이다.

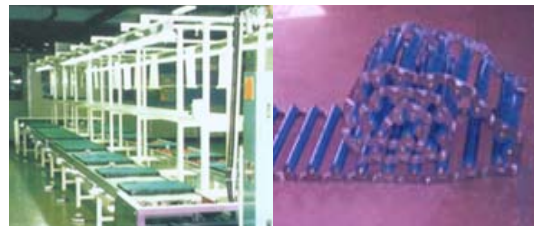
이에 따라 본 연구에서는 형상의 투박함 때문에 생산현장에서 외면당하고 있는 용접형 힌지 벨트 플레이트시스템의 문제점을 파악하여 제품 제작의 원가를 절감시키면서 내구성은 증대시켜 안정적인 생산 활동을 이룰 수 있는 복합형 힌지 벨트 플레이트를 제작하고 이를 이용한 소형 컨베이어 시스템을 개발하여 시험 평가하였다.

## 2. 컨베이어 시스템

### 2.1 컨베이어 시스템의 종류와 적용

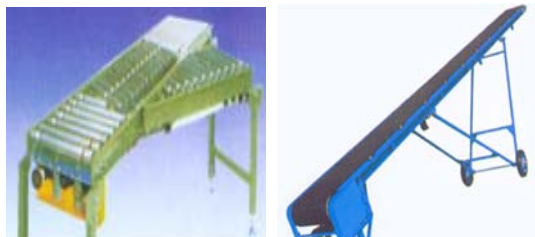
현재 산업 현장에서 이용되고 있는 흐름작업 조직으로써 컨베이어시스템은 두 가지가 있다. 하나는 전진하는 컨베이어 위에서 일정한 간격으로 배치되어 있는 작업 대상물이 가공을 받는 이동 작업형 컨베이어 시스템이고, 다른 하나는 컨베이어에 의해 운반되는 작업 대상물이 옆에 설치되어 있는 작업대 또는 기계 위로 옮겨져서 가공을 하는 정지 작업형 컨베이어 시스템이다. 이러한 컨베이어 시스템은 또한 이송대상물의 중량에 따라 시스템의 강도가 결정되며 이에 따라 컨베이어 시스템의 재질과 형태가 결정된다. 먼저 컨베이어 시스템의 형태에 따라서 자바라(flexible), 카펫(carpet), 롤러(Roll), 라운드(Round), 벨트(Belt)

컨베이어 등으로 분류할 수 있으며, 적용하중의 대소에 따라서는 고 하중용에서 중 소 하중용 컨베이어 시스템으로 분류 할 수 있으며, 중 소 하중용 시스템에는 플라스틱 고무등을 이용한 카펫 롤러 벨트컨베이어 등이 시스템에 이용되고 있으며 고하중용과 중하중물에는 금속을 플레이트와 롤을 이용한 롤러컨베이어와 벨트컨베이어 시스템으로 나눌 수 있다. 그 종류를 Fig. 1에 나타내었다. 여기서 금속 벨트 플레이트를 이용하는 컨베이어 시스템은 힌지 벨트 플레이트 방식을 많이 이용하고 있다.



(a) Twist type

(b) Roll type



(c) Roller type

(d) Belt type

Fig. 1 Type of conveyer system

### 2.2 힌지 벨트 컨베이어 시스템

컨베이어 시스템은 사용 용도에 따라 여러 가지의 컨베이어가 사용되고 있으며, 중 대형물의 이송을 위한 산업용에는 벨트 컨베이어 시스템 중에서 금속 벨트 플레이트를 이용한 시스템이 이용되고 있으며 금속 플레이트의 경우에는 고무나 플라스틱 벨트와 달리 그 형태가 쉽게 변하지 않기 때문에 작은 금속 플레이트의 조합을 통하여 벨트화 하고 있다. 이에 따라 작은 판과 판을 서로 이어서 붙여 긴 벨트를 형성하게 되며 이를 위해서는 플레이트와 플레이트를 서로 이어서 구동하게 되는데 플레이트를 잇는 방법으로 가

장 많이 이용되고 있는 것이 힌지를 이용하는 방법이다. Fig. 2에 힌지 벨트 플레이트를 이용하는 벨트 컨베이어시스템의 개략도를 나타내었다.

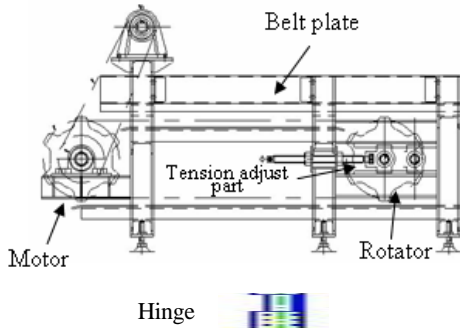


Fig. 2 Shape of hinge belt conveyor system

이러한 금속을 이용한 힌지 벨트 컨베이어시스템의 장점은 고무나 플라스틱을 이용하는 시스템보다 강력한 구동에 의한 중대형 제품을 이송시킬 수 있으며, 플라스틱과 고무에 비해 기름, 칩, 등의 외부환경에 큰 문제없이 다양하게 대응할 수 있다는 것이다. 또한 재질이 금속재질이기에 때문에 내구성 및 강도가 높다는 것도 큰 장점이라 할 수 있다. 이에 다양한 분야에 널리 이용되어지고 있다.

### 2.3 고 내하중 힌지 벨트 플레이트의 문제점

힌지 벨트 컨베이어 시스템 중 금속재를 플레이트로 하는 컨베이어시스템은 내구성이 크다는 장점이 있는 반면에 시스템의 하드웨어 제작에 있어서 많은 시일이 걸리는 단점을 가지고 있다. 그 이유는 형태에 따라서도 여러 가지가 있겠으나 특히 포밍(forming)형 힌지 벨트 플레이트를 이용하는 컨베이어 시스템에서는 플레이트의 생산을 위하여 기본 철판의 제단과 아울러 치수와 형태에 맞는 절단을 한번 더 거치게 되고 이를 위해서는 제단용 금형이 필요하게 되고 이후 절단부 중 힌지 부분을 다시 말아주는 공정을 가지기 때문이다. 또한 이런 형태 절단용 금형은 그 수명이 있고 현재 힌지 벨트 컨베이어에서 플레이트의 규격이 국제적으로 정해져 있지 않기 때문에 시스템의 설계 시 길이와 형태에 맞는 금형을 매번 새로 제작해 플레

이트를 제작하는 문제점이 있다. 기존의 용접형 힌지 벨트 플레이트 컨베이어시스템에서는 플레이트의 절단 후 힌지부를 절단된 플레이트부에 바로 용접하기 때문에 공정의 감소를 가져와 제작시간이 적게 걸리게 되나 거의 모든 작업이 수작업화 해야 하며 이에 따라 플레이트 표면에 용접자국이 남아 제품의 외관이 좋지 못하게 되는 단점을 가지고 있어 구매자들로부터 외면을 당하고 있는 실정이다. 그러나 용접형 힌지 벨트 플레이트가 포밍형 힌지 벨트 플레이트에 비해 제품강도가 높아 제품의 내구성 면에서는 훨씬 유리한 위치에 있다. 그러나 포밍형 플레이트는 용접공정이 없기 때문에 용접자국이 남지 않아 제품의 표면이 좋아 구매자의 수요가 늘고 있는 추세이다.

따라서 포밍형 힌지 벨트 플레이트의 포밍부의 끝단을 용접하게 되면 기존의 용접형 힌지 벨트 플레이트와 거의 같은 성능을 발휘하여 제품의 형상을 미려하게 유지하게 하고 내구성을 증대 시킬 수 있는 대안이 될 것이다. 이에 현재 생산현장에 적용중인 포밍형 플레이트의 2차 성형절단 후의 플레이트 형상과 포밍형 힌지 플레이트의 조립 형상을 Fig. 3에 나타내었다.

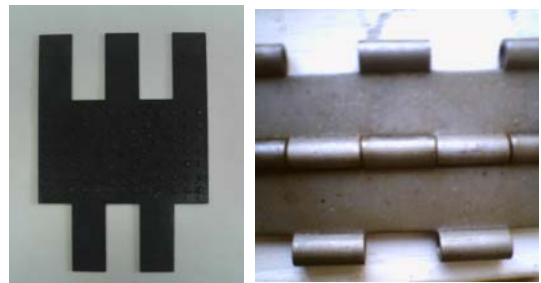


Fig. 3 Shape of forming type plate

## 3. 컨베이어시스템의 설계와 해석

### 3.1 힌지벨트 플레이트의 구조해석

용접형 힌지 벨트 플레이트의 내구성과 포밍형 힌지 벨트 플레이트의 미려한 외관을 가질 수 있는 복합형 힌지 벨트 플레이트의 설계를 위하여 힌지 벨트 플레이트를 구조해석하였다. 그 해석결과를 Fig. 4에 나타내었다.

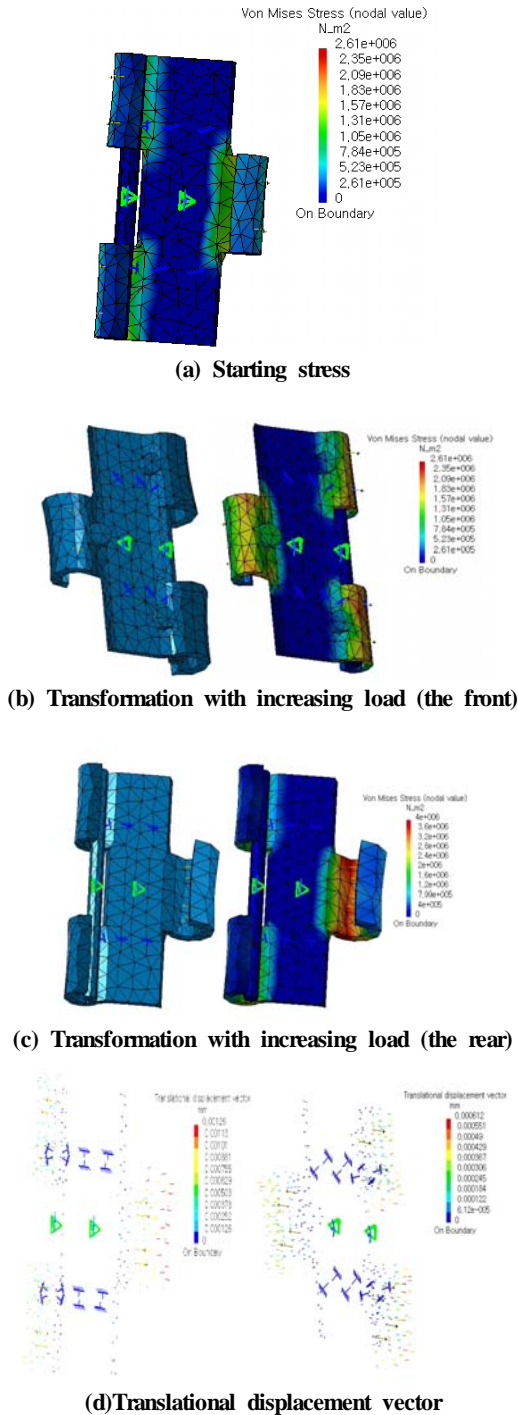


Fig. 4 Catia structural analysis of hinge belt plate

### 3.2 해석결과의 고찰

포밍공법에 의해 제작된 플레이트에 힘을 가하였을 때 플레이트의 변형과 응력 분포의 변화를 보면 해석의 결과에서 나타난 것과 같이 포밍 된 부위 즉 힌지 부위에서 가장 큰 응력 분포를 가지는 것을 알 수 있으며, 또한 힘을 가한 초기부터 힌지부위에 응력이 집중되어 발생하는 것을 볼 수 있다. 이에 따라 힘을 가장 많이 받게 되는 포밍되어 말려진 힌지 연결부분이며, 이는 제품의 강도를 저하시키며, 이에 동반하여 제품의 내구성을 떨어뜨리는 원인이다. 이에 따라 응력을 분산시키고 강도를 증가시키고 내구성을 향상시키기 위해서는 힌지 부위를 용접하거나 포밍되어 말려진 힌지 부위의 보강이 필요하다고 하겠다.

### 3.3 컨베이어시스템의 설계 및 모의 장치에 의한 작동

본 연구에서는 포밍형태의 플레이트에 여러 가지 보강방법이 시도될 수 있겠으나, 포밍된 부위를 용접하여 제품을 제작하는 방법을 선택하여 컨베이어 시

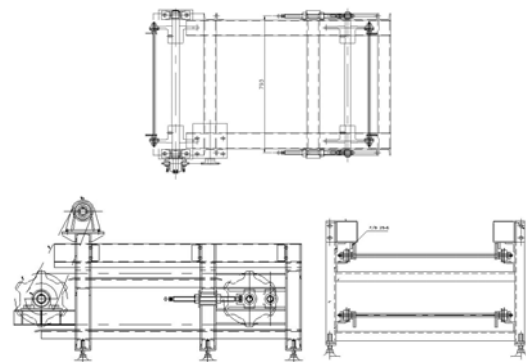
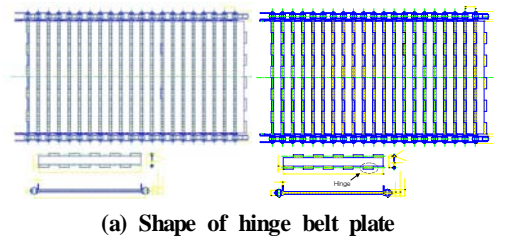


Fig. 5 Total system of hinge belt plate conveyor

시스템을 설계 제작하였다. 힌지 플레이트와 모의 시스템은 실제 현장에서 사용되고 있는 재료로 제작하였으며, 플레이트는 고탄소 압연 판재 두께 2mm인 제품을 이용하여 제작하였다.

이에 따라 컨베이어 시스템의 기본 개념도를 Fig. 5에 나타내었으며, Fig. 6에 제작된 시스템을 나타내었다.



(a) Total system



(b) Detail of hinge belt plate

Fig. 6 Shape of hinge belt plate conveyor

또한 제작된 포밍형과 복합형 플레이트를 장착한 컨베이어 시스템을 20m/min 의 속도로 시험가동 한 결과 진동이나 소음 등의 측면에서의 편차는 1% 이내로 두 제품간의 큰 차이를 보이고 있지는 않았다.

## 4. 힌지벨트 플레이트의 강도시험

### 4.1 포밍형 힌지 벨트 플레이트의 강도시험

기존의 생산현장에서 가장 많이 사용 중인 포밍형 힌지 벨트 플레이트의 내구성을 평가를 위한 기초로써 플레이트의 힌지부에 인장시험을 하였으며 시험장비는 인장과 압축을 할 수 만능시험기를 이용하였으며, 그 결과를 Fig. 7에 나타내었으며, 그 변형 형상을

Fig. 8에 나타내었다. 여기서 힌지부의 크기가 인장시험을 바로 할 수 있는 조건을 충족 하지 않기 때문에 시험의 진행을 위하여 힌지부위와 플레이트 몸체 부위에 연결 치구를 제작 용접하여 시험을 진행하였으며, 플레이트 전체를 시험할 수 없기 때문에 그 일부를 절단하여 시험을 진행하였으며 이에 따라 시험의 결과 값은 복합형 힌지 벨트 플레이트와의 비교 값으로만 사용하기로 하였다.

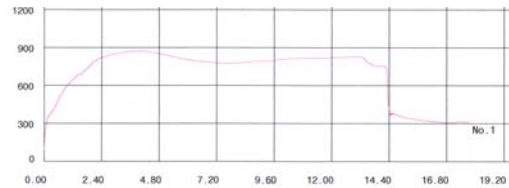


Fig. 7 Tensile strength test of hinge belt plate(forming type)



Fig. 8 Shape of Tensile strength test of hinge belt plate(forming type)

### 4.2 복합형 힌지 벨트 플레이트의 강도시험

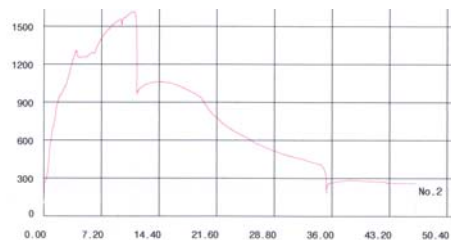
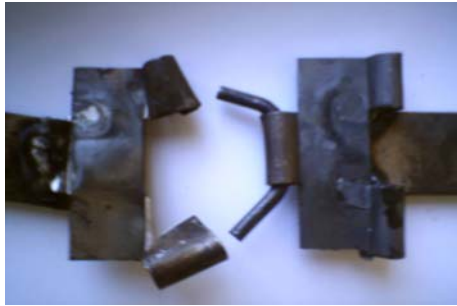


Fig. 9 Tensile strength test of hinge belt plate(combination type)



**Fig. 10 Shape of Tensile strength test of hinge belt plate(combination type)**

개발한 복합형 힌지 벨트 컨베이어 시스템에 사용된 힌지 벨트 플레이트의 강도 시험을 용접형 플레이트의 강도시험과 같은 조건으로 시험하여 그 결과를 Fig. 9와 Fig. 10에 나타내었다.

### 4.3 강도시험의 결과 고찰

시험의 결과에서 알 수 있듯이 포밍형 플레이트의 강도는 8624N으로 나타났는데 반하여 복합형 플레이트의 강도는 15886N 으로 인장강도시험에서 기존의 포밍형 플레이트보다 2배이상의 하중에도 견디고 있음을 알 수 있으며 또한 최초 힘이 작용하여 파단되기까지의 변형량에서도 포밍형은 14mm를 변형한 반면 복합형은 38mm를 변형한 후 완전히 파단 되었다. 이는 복합형이 용접형 플레이트보다 강도적인 측면과 변형에 의한 내구성적이 측면에서 단면 2배 이상의 강도와 안전성을 나타내고 있음을 나타내고 있다.

## 5. 결 론

본 연구는 포밍형 힌지벨트 플레이트와 용접에 의한 복합형 힌지벨트 플레이트의 내구성 증대를 위한 연구로서 각각의 실험물을 같은 재료로 제작하여 강성실험을 한 한 결과를 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

포밍형 힌지 벨트 플레이트의 인장시험에서 최대 인장응력의 값은 8624N 이었으며, 용접에 의한 복합형 힌지벨트 플레이트의 인장시험에서 최대 인장하중은 15886N 으로 두 제품 간의 최대 인장하중은 용접

에 의한 복합형 힌지 벨트 플레이트의 최대 강도가 기존의 포밍형에 비해 2배 정도의 인장강도를 나타내었다.

또한 두 제품의 실제 모형기계에 의한 작동성 평가에서는 큰 차이는 없었다.

본 연구의 결과에서 알 수 있듯이 두 제품의 작동에서는 각 제품 간의 소음 등의 작동성은 별 다른 차이를 나타내고 있지 않으나 플레이트가 견디는 최대 하중은 2배 정도의 인장강도 차이를 나타내었다. 이는 제품의 무게가 많이 나가는 자동차 부품의 이송에서 이용되는 힌지 벨트형 컨베이어 시스템에서는 제품의 형상이나 강도가 월등히 우수한 복합형 힌지 벨트의 성능이 우수하다는 것을 알 수 있었다.

또한 기계적 강도의 개선으로 제품의 사용시간을 증대시킬 수 있으며, 기계고장으로 인한 추가 비용을 줄일 수 있고, 내구성의 증대로 안정적인 생산 활동을 할 수 있을 것으로 기대된다.

## 후 기

본 논문은 2004년 부경대학교 기성회계 연구지원사업으로 진행되었음. 연구에 도움을 주신 관계자여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Lee Young Jae, Kim Jae Sik "CAD / CAM : A Study on Performance Evaluation of Conveyor System in Corrugated Manufacturing Industry", KIPS, Vol3, NO1, pp. 1-8, 1996.
2. Kim Yeon Su, Hong In Hon "A Conveyor Algorithm for Complete Consistency of Materialized View in a Self-Maintenance", KIIE, Vol.16, No2, pp. 229-240, 2003
3. Park Seng Hun "The Design of the U-Shaped Assembly Line to Replace Conveyor Systems", KIIE, Vol.16, No2, pp. 240-247 . 2003.
4. 김대승 "벨트 컨베이어시스템 분석을 위한 시뮬레이션의 적용연구" 동아대학교 대학원 석사학위 논문

문. 1992.

5. 김재희 "시뮬레이션에 기초한 오버헤드 컨베이어 시스템의 설계 및 분석에 관한 연구" 한국과학기술원, 석사학위 논문. 1995.
6. 이학구 "공기 슬릿 및 복합재료 요철면을 이용한 공기 부상컨베이어 시스템의 설계" 한국과학기술원, 석사학위 논문. 2005.