



골판지製造 新技術



韓國紙技工社
代表 金舜哲

- 골판지 제조 신기술**
1. 머리말
 2. 종이원료는 무엇으로 만들어지는가 ?
 3. 펄프의 종류
(이상 통권 제2호 게재)
 4. 종이의 제조
(이상 통권 제3호 게재)
 5. 종이의 Formation과 물성
(이상 통권 제4호 게재)
 6. 원지는 어떻게 사용해야 하는가
(이상 통권 제5호 게재)
 7. 골판지(Corrugated Fiberboard)의 제조
(이상 통권 제6호 게재)
 8. 양면기(Double Facer)
(이상 본호 게재)

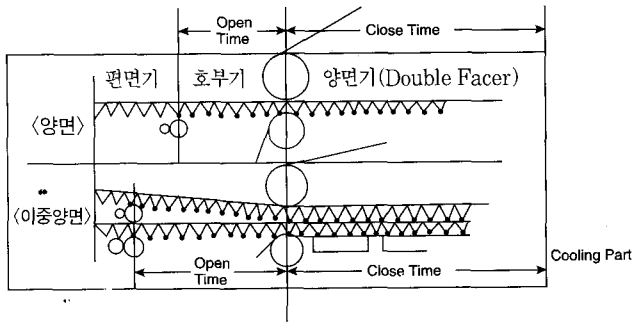
8. 양면기(Double Facer)

1-1 양면기란 ?

골(Flute)의 한쪽면에만 라이너가 접착되어 있는 골판지를 편면 골판지라 하고, 그것을 만드는 장치를 편면기(Single Facer)라 하는 것에 대하여 골의 다른 한면에 라이너를 접착시키는 장치를 양면기라 부른다.

그러나 양면기는 골의 양쪽에 라이너를 동시에 접착시키는 것이 아니고 [그림 1]과 같이 편면기에서 만들어진 편면 골판지의 다른 한쪽에만 라이너를 접착시키고 있다.

(그림 1) 양면기에서의 골의 접착과 Open, Close time



1-2. Single Facer와 Double Facer의 접착방법

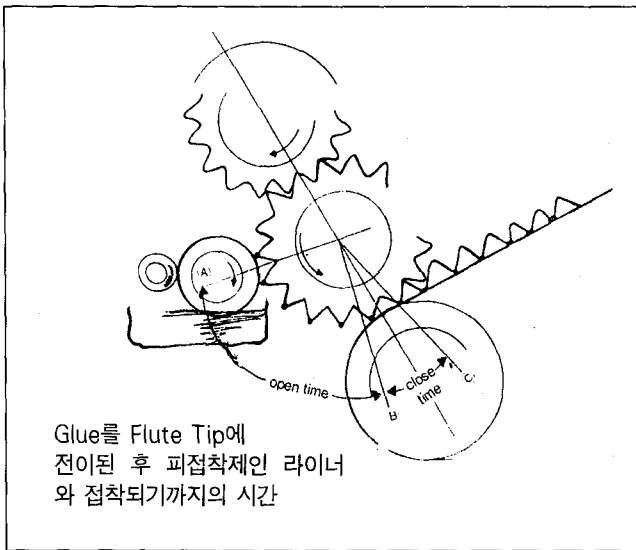
Single Facer의 접착방법은 접착의 3대요소라 볼 수 있는 가압(加壓), 가열(加熱), 접착력 중 충분한 가압과 가열을 할 수 있어서 비교적 접착이 용이하나, Double Facer의 경우는 골이 압쇄(壓潰)되기 때문에 강한 압력을 가할 수 없다는 점이 크게 다르다. 그래서 Single Facer에 사용되는 호액보다 점도와 농도가 높은 접착제를 사용하고 있지만 다소의 조정 미숙에 의해서도 많은 접착불량이 발생한다.

Single Facer에서는 [그림 2]와 같이 하단 Roll의 A점에서 (Open Time) B점에 이르는 시간(Open Time)이 극히 짧아 호액이 건조되거나 수분이 골심지의 내부에 흡수되어 버릴 위험성이 적다. 실제로 200mm분속의 경우 Flute Roll의 직경이 400mm라면 Open Time은 $1/10.6 \text{ sec} (0.094 \text{ sec})$ 에 불과하다. ($\approx 0.314 / 200 \text{ mm} \times 60 \text{ sec}$)

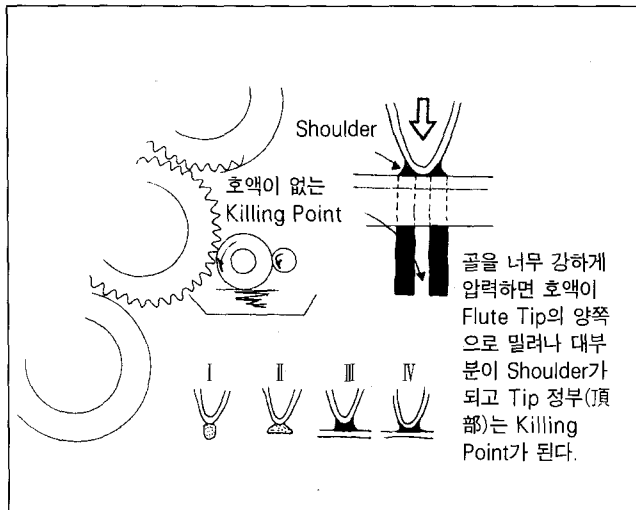
또한 B점에서 C점까지의 가압시간(Close Time)은 $1/166 \text{ sec} (0.006 \text{ 초})$ 밖에 되지 않지만 상하 Roll이 충분한

압력(3.5kg/cm)으로 가압하고 있으며, 거기에서 170℃ 이상의 고온으로 가온하고 있어서 접착이 잘 된다. 그러므로 Single Facer용의 Glue는 Double Facer 용의 Glue 보다는 낮은 농도와 낮은 점도 그리고 낮은 Gel Point로도 충분하기 때문에 Double Facer Glue와 별도로 제조 사용하여 접착제 소모량을 절감하고 있는데, 그 비(比)는 A콜일 때 대략 Single Facer에서 4g/m², Double Facer에서 6g/m²가 되고 있다. 또한 하단 롤과 Press Roll간의 압력은 충분하므로 Glue가 (그림 3)과 같이 Flute Tip의 좌우

(그림 2) Single Facer에서의 Open time과 Close time



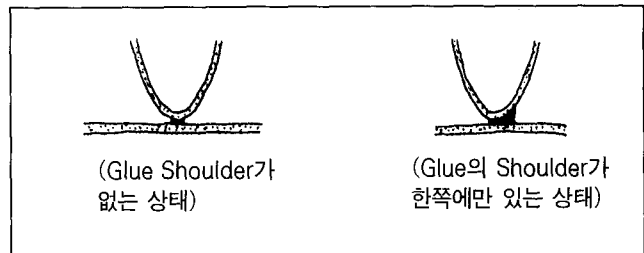
(그림 3) 하단 롤과 프레스 롤의 압력이 과도할 경우의 Killing현상



(표 1) S/F와 D/F의 접착 차이점

항 목	S/F Side	D/F Side
접착양식	계면(界面)	침 투
접착방법	가 압	용 착
접착형식	Shoulder	전 면
Killing	과압시 발생	없 음
Open Time	0.094sec	0.45sec
Closed Time	0.006sec	3.6sec

(그림 4) 접착력이 떨어지는 경우



로 밀려나가고 Flute Tip에는 거의 Glue가 없게 되는 소위 Killing 현상을 일으킬 수도 있으므로 과도한 압력은 사용하지 않는 것이 좋다.

그리고 Flute Tip에 Glue가 묻은 점에서부터 라이너에 접착하기 전의 Open Time 중에서는 Glue중의 수분이 다소 골심지에 흡수되지만 너무 낮은 속도로 운전할 때는 너무 많은 물이 흡수되어버려 Close Time 중 Glue가 Swelling되는데 필요한 물이 없어 접착 불량일 수 있다. 이와 같이 Single Face에서의 접착은 Flute Tip 양측의 Shoulder 같은 침투접착과 Flute Tip과 라이너간의 계면접착으로 된다. 이중에서도 접착력의 대부분은 계면접착력(Liner와 Flute Tip사이)이므로 Flute Roll과 Press Roll간의 압력이 과도하여 골이 Tip 양측으로 밀려 Killing 현상을 일으킨다면 접착력은 약해진다.

A-Flute의 접착강도는 18kgf/5×8.5cm 이상(편면 Pintester)을 요하며, 이만한 강도를 얻는데 이론상 필요한 Glue양은 2~3g/m²로 보고 있다. 또 한가지 Single Facer에서의 Glue는 Double Facer용보다는 저점도이어야 하지만 너무 점도가 낮아 (그림 4)와 같이 Flute Tip의 양측에 Shoulder가 생기지 않거나 Glue球가 한쪽으로만 밀려서 일방(一方) Shoulder를 일으키면 접착력이 떨어진다.

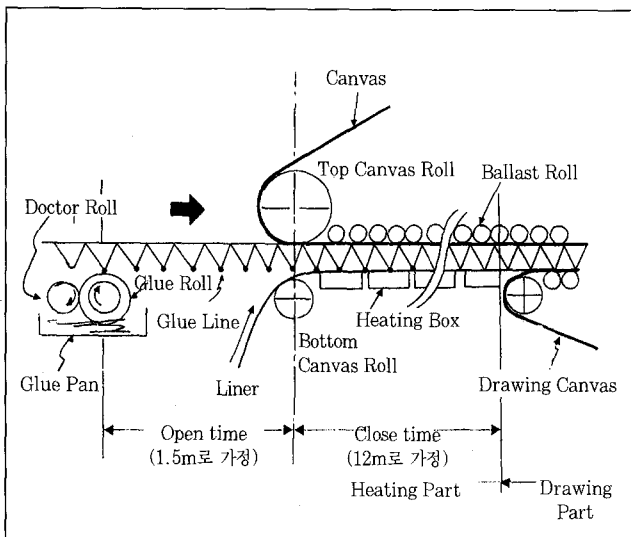
더욱이 저점도의 Glue 중에 있는 수분은 유동성이 좋아

서 고점도 Glue속의 물보다 쉽게 종이에 흡수되어 버려 압력과 열을 받는 Close Time 공정에서 Swelling될 물이 없어 건조되어 버린다.

이런 제품은 Over Bridge상에서 뜨거울 때는 잘 나타나지 않지만 냉각되면 빠시락 빠시락 거리면서 잘 떨어진다. 반대로 점도가 너무 높으면 종이 속으로 침투하기가 어려워 계면접착만 일으키어 접착력이 약해진다. 대체로 Single Facer에서 Flute로 된 골심지의 Flute Tip 온도는 78~84℃ 정도여서 Glue의 Gel Point는 56~61℃가 적당하다.

그러나 가성소다 등의 과용으로 Gel Point가 55℃ 이하로 된다면 Glue 중의 Main Part가 Open Time 중에 Swelling 되어 버려 라이너와의 접착력이 약하게 되고 Glue Line이 백색으로 나타난다. 반대로 Gel Point가 너무 높으면 Open Time에서 Swelling이 전혀 없어 접착력이 일어나지 않으므로 작업속도를 낮추어야 한다. 그리고 최근에 많이 사용되는 Fingerless의 경우는 점도가 낮으면 Flute Roll의 흡인력에 의해서 Glue가 Flute Tip에서 골의 Shank쪽으로 비산하는 경우가 있는데, 이런 일 때문에 Fingerless용은 Finger Type에서 보다는 약간 높은 점도의 Glue를 이용할 필요가 있다. 그러나 Double Facer의 경우는 (그림 5)와 같이 A, B 간의 거리가 1.5m이상이어서 Open Time이 0.45sec(=1.5/200×60)가 되고 BC의 Close Time은 3.6sec(=12/200×60)나 된다. 그래서 작업

(그림 5) Double Facer



속도가 빠르거나, 늦어짐에 따라서 Open Time 내에 있는 Glue 중의 수분이 건조해 버리거나, 골심지 내부로 침투해 버려서 접착이 어려운 때가 있고, Close Time 구간에서는 골이 압쇄(壓潰)되기 때문에 열판에 골판지를 강하게 가압할 수 없어서 좋은 접착을 얻기가 어렵다. 다시 말하면 Single Facer 측은 Hard Touch이고, Double Facer 측은 Soft Touch 접착방식이다.

더욱이 Close Time 초기에 엉성하게 접착된 것이 Close Time 후반부를 지나면서 박리된다면 골판지가 받는 열에 의해서 풀이 건조되어 다시 접착될 수 없다. 이런 점 때문에 Double Facer용의 Glue는 Single Facer용보다는 농도와 점도가 높아야 하고, Close Time 구간 초기에 한번 접착된 것은 완전히 건조될 때까지 박리되지 않도록 연속적인 가압을 해주어야 한다. 이와 같은 연속가압을 위해서 사용되는 것이 Ballast Roll과 Air Plenum이다.

1-3. Ballast Roll과 Air Plenum

Double Facer의 Close Time 구간 접착력은 A - Flute 1개, 2.5cm 길이당 적어도 500~600g의 접착력이 있어야 Slitter Cutter의 절단구(切斷口)에서 박리되지 않는데, 이만한 접착력을 얻을 수 있는 최소한의 Glue 양은 3~4g/m²로 보고 있다.

그런데 Double Facer에서는 접착의 3대 요소중의 하나인 압력을 가할 수 없으므로 이것을 보완하기 위해서 여러 가지 방법을 이용하고 있다.

우선 강하게 가압할 수 없으므로 전면적으로나마 균일하게 가압할 필요가 있다. 그래서 열판상의 골판지 위에 두겹고(10mm내외) 단단한 Canvas를 덮고, 그 위에 직경이 적은 Roll을 많이 올려 놓는 방법으로 가압하고 있는데 이 적은 다수의 Roll을 Ballast Roll 또는 Weight Roll이라 부른다.

Ballast Roll은 그 가압력이 어느 한 점에 집중되면 그 자리의 Flute가 압쇄(壓潰)될 수 있으므로 가압은 하되, 그 가압력이 전면적으로 분산되게 해야 한다. 그래서 그 경이 큰 Roll을 사용할 수 없으며, 원통도(圓筒度)가 좋고 진동 없는 회전이 필요하다.

그런데 Double Facer에서는 A골 양면, B골 양면 또는 AB골 이중양면 등의 작업이 있고, 지폭 또한 변동이 많으

므로 일정한 길이와 중량의 Roll을 사용함에 따른 가압력 차이가 발생함으로 이에 대한 보완이 있어야 하고, 골판지의 기준 두께를 유지시키기 위해서 Flute 종별에 따른 열판간의 간격조절이 필요하다.

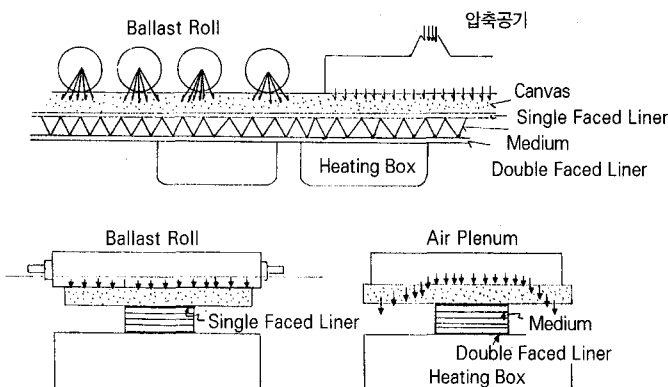
그 중에서 가압력의 가감을 위해서는 Ballast Roll 상호간의 간격을 임의로 조절할 수 있는 구조로 하거나, 압축공기의 압력조절 (Air Plenum)을 이용하는 방법이 있다. [그림 6]

Air Plenum은 Ballast Roll 방법에 비하여 부분가압이 아니고 전면가압이란 점에서 유리하다. 그러나 여기에서 한 가지 문제가 되는 것은 소폭(小幅) 작업의 경우 골의 양단(兩端)이 특히 많이 늘리는 점이다. 실제로 Double Facer의 종단면을 보면 Ballast Roll의 경우는 지폭이 좁다 해도 Ballast Roll의 양단 Bearing Housing이 일정하게 고정되어 있고, 또 Roll자체가 일직선상이므로 골판지가 없는 양단을 가압하여 찌그러지게 할 수는 없지만, 압축공기로 Canvas 상향을 전면적으로 가압해 주는 Air Plenum의 경우는 골판지가 없는 양단측을 가압 변형시킴에 따라 골판지의 양단이 압쇄될 수 있어 건조시 도망해야 할 수분의 배출구를 차단한다. 그래서 건조가 크게 방해(妨害)되므로 Air Plenum의 경우는 가급적 소폭작업은 피하는 것이 좋다.

1-4 열판(Heating Box)

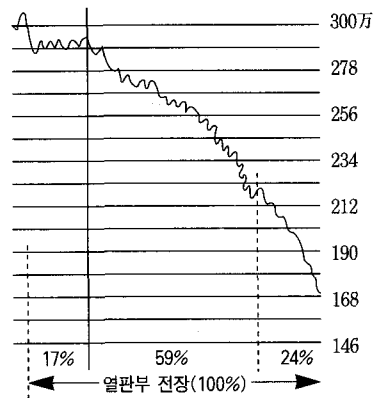
높은 증기 압력(12kg/cm²)을 받아 표면을 질주하는 골심지에 열을 전달해 주는 Heating Box군(群)을 열판부라 부른다. 따라서 Heating Box는 내압성(內壓性)과 내마모

(그림 6) Ballast Roll과 Air Plenum

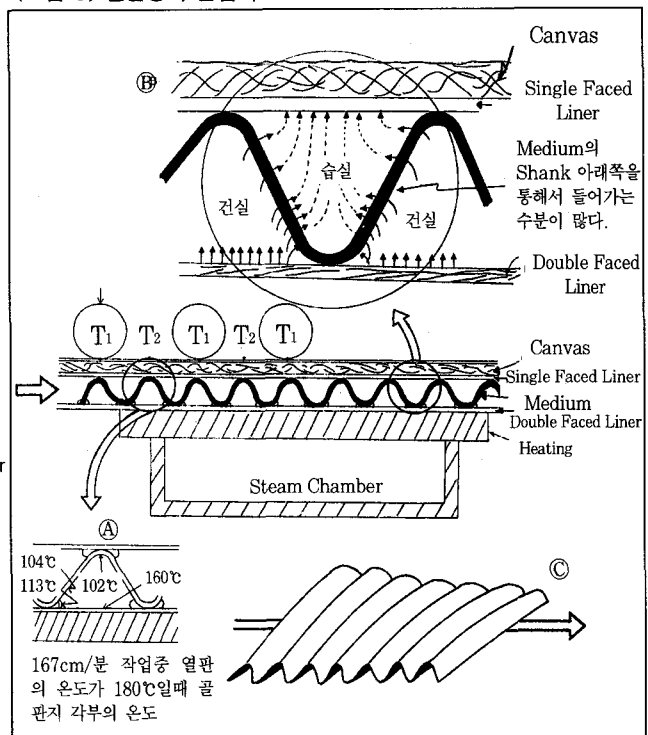


성이고, 전열성이 좋으며, 변형치 않는 것이 필요하다. 일반적으로 고압 용기에 해당되므로 적은 규격을 이용하며, 변형을 적게 하기 위해서 주물이나 철판구조로 하고 내마모성과 내압을 위해서 Ductile구조를 하는 것이 좋지만 열전도 면에서는 Ductile은 일반 주물에 미흡한 결함도 있다. 또 제작의 편의상 철판으로 용접 제작하는 경우도 있으나 이는 변형과 내마모성에는 만족스럽지 않다.

골판지의 작업속도는 수시로 변동되고 사용되는 원지의 지폭이나 평량 수분 또한 변동요인으로 Heating Box의 일 (그림 7) 열판상의 골심지 온도



(그림 8) 열판상의 골심지 온도



정 가열은 때때로 골판지의 과건조나 건조불량을 일으키고, 때에 따라서는 골판지가 굽어지는 Wrap현상도 일어난다. 열판상의 골심지 온도는 [그림 7]과 같이 열판에 들어가면서 가열되는데 (167m/분 작업속도, 180℃ 열온도일 때), 열판 전장(全長)중 처음 24% 정도까지는 일직선상으로 가열되지만, 그 다음부터 59%선까지는 연속적으로 상승하면서도 Ballast Roll이 가압하는 점이 가압하지 않는 점보다 대략 4°F 정도의 차이를 유지하게 된다. 그리고 나머지 17%에서는 수평온도를 유지하지만 역시 Ballast Roll의 가압점은 높은 온도를 나타내게 된다.

그리고 이 때의 골판지 각 부분의 온도는 [그림 8]의 A와 같으며 원지와 골심지, 그리고 접촉체중의 수분이 증발되는 상태를 보면 [그림 8]이 B와 같이 Double Faced Liner에서 증발하는 수분과 Glue 중의 수분이 증발되어서 골심지의 정갱이(Shank)를 통하여 습실을 만들기 때문에 증발이 일어난 Flute 방(房)은 건실로 바뀐다. 이와 같이 건실에서 습실로 들어가는 수분은 골심지의 정갱이 아래쪽이 위쪽보다 훨씬 많기 때문에 골지(Wally Paper)자체만으로 본다면 아래쪽 정갱이 수분이 위쪽 정갱이 수분보다 많다. 그래서 골지(Wally Paper) 자체가 건조된다면 [그림 8]의 C와 같은 Wrap가 되려는 경향이 있다. 한편 습실에 모여든 수분은 Single Faced Liner로 흡수되어 Canvas에 이르게 되지만 충분한 도주도가 없으므로 Flute를 통해서 좌우로 빠져 나오게 된다. 그런데 이때 골판지의 양단 Flute가 눌러지면 (Ballast Roll이나 Air Plenum의 부적합 사용, 또는 Slitter Scorer의 절단방법 불량) 이들 습기의 도주도가 막혀 건조를 크게 방해하게 된다.

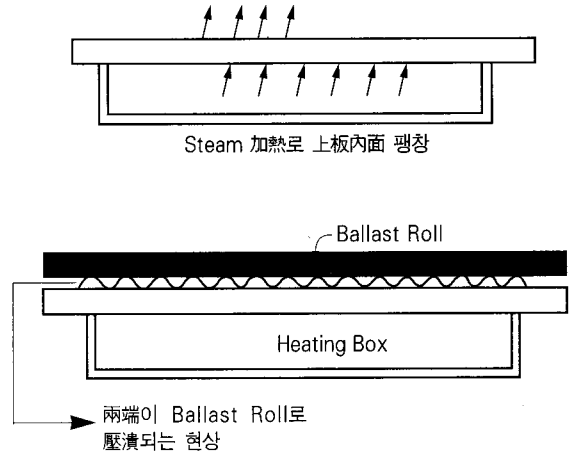
1-5 Pneumotherm System과 Razor Slitter

Heating Box의 재질을 어떤 것으로 하든 현재의 구조처럼 20mm정도의 두터운 재료를 이용한다면 다음의 그림에서와 같이 열판표면이 평면을 유지할 수 없고 그래서 골판지의 양끝이 눌러 버린다.

20mm철판의 표면측은 골판지에 열을 빼기고 있으며, 내면은 Steam에 계속 가열되고 있어 표면 철판의 상하면에는 온도차가 발생함으로 아래 그림과 같이 구부러진다. 그래서 골판지의 양끝이 압쇄된다.

이런 현상을 방지하기 위해서 독일의 Peters 사는

골판지 加熱로 加熱되어 冷却, 수축되어 아래 그림처럼 변형



Heating Box의 표면재를 특수 합금으로 해서 4mm두께를 택하고 있다. 반면에 얇으면 내압력이 약함으로 사망 100mm정도의 소실로 하고, 이것을 5개씩 묶어 하나의 열판으로 하고 있다. 이 특수 합금은 열전도성이 좋아서 쉽게 온도가 올라가는 것은 물론 쉽게 냉각되어 Corrugator가 정기될때나 Speed가 Down되는 경우는 저면 송풍기로 냉각시켜 과건조나 Canvas의 손상을 방지한다. 이와 같이 전열성 좋은 열판과 냉각관을 이용하는 열판구조라 해서 Peters사는 이것을 Pneumotherm System이라 부르고 소형열판군을 Thermo Plan Hot plate라 부르고 있다.

한편 Slitter의 Knife를 면도날처럼 얇게 개선하여 이용함으로써 종래의 Slitting Crush를 방지하고 있다. 이렇게 함으로 Flute를 통한 건조시 Steam 방출을 좋게 해서 건조를 돕고 Edge Crush 강도를 개선하며, 안정된 Pallet 적재를 돕고 있다. 면도날처럼 얇은 Knife라 해서 Razor Cutter라 부르는 이 Knife는 고속회전시 가열되어 열팽창에 따른 문제도 있으나 최근에는 이를 Ceramic 합금으로 대체하여 안정된 slitting이 가능하게 되어 있다.

