

# 기계설계프로젝트 최종보고서

테니스공 수거기  
( Tennis Ball Collector )

팀명 : M.E.T

지도교수 : 이 동환 교수님

2014. 6. 10

대구대학교 공과대학 기계자동차공학부

# 제 출 문

기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 " 테니스공 수거기 " 의 연구결과보고서로 제출합니다.

2014. 6. 10

연구기관 : 대구대학교 기계자동차공학부

연구기간 : 2013. 9. 1 ~ 2014. 6. 10

지도교수 : 이 동 활 교수님

연구책임자 : 곽 희수

공동연구자 : 임 용준  
이 원찬

# 요 약 문

## 1. 과제명

“테니스공 수거기”

## 2. 정량적 개발목표

- 총 중량 : 25kg
- 적재 총 중량 : 30kg
- 제품크기 : 915×500×886(mm)
- 최대구동 속도 : 1.5 m/s
- 1회전 최대 수거량 : 20개

## 3. 개발 내용 및 범위

기구설계에 있어서 축과 축사이의 동력전달을 중점적으로 두고 설계를 하였다. 뒷바퀴와 수집부의 brush 사이의 동력전달을 위해 chain과 sprocket을 이용하였고, 수집부로 전달된 동력을 운반부의 축으로 전달하기 위해 gear간의 맞물림을 이용하였다. 이때 수집부의 회전방향은 반시계방향(C.C.W), 운반부의 회전방향은 시계방향(C.W)으로 반대방향으로 구동이 된다. 이러한 역회전을 주기 위한 방법을 고민한 결과 역회전을 전달하도록 두 개의 기어를 이용하였다.

## 4. 중간 결과

특허기술 : 기어나 롤러를 이용하여 수집하는 기존 기술과 유사점이 존재하나 구조적 측면이나 구동방법이 상이함

상세설계

-915×500×886(mm)로 기구 설계(CATIA V5 / Auto Cad)

-체인 : 목표하중에 안전율 3을 고려한 75kg을 견딜 수 있어야함 (DMC35)

-스프라켓 : 목표 외경을 이용해 잇수 산출 (RS35-1B65T, RS35-1B15T)

-평벨트 : 2개의 동일 폴리를 이용한 리벳이음

기구제작 및 조립 : 운반바구니를 제외한 기구부 자체제작

## 5. 결 론

성능평가에서 분산된 테니스공 중 80% 이상을 수거하는 것이 우리의 목표였으며, 실제 실험을 통해 우리의 목표치에 도달하였다. 하지만 정량적 목표 (25kg, 915×500×886(mm))를 가공 중 프레임 사이의 각도 문제와 기구의 재질변경으로 인해 실제 시제품은 무게는 34kg, 크기는 999×610×840(mm)로 변경되었다. 그리고 성능평가 중 평 벨트의 플래핑 현상으로 인해 바구니가 정면에서 왼쪽으로 쏠려 바구니와 프레임의 부딪힘이 발생하였으며, 스포라켓과 체인의 맞물림 문제로 인해 최대구동 속도가 1.2m/s로 낮아졌다.

# 목 차

<b>제1장 서론</b> .....	<b>6</b>
제1절 과제의 목적 및 목표.....	6
제2절 과제의 정량적 목표.....	7
제3절 필요성 및 기대효과.....	7
<b>제2장 과제도출 과정</b> .....	<b>8</b>
제1절 후보과제.....	8
제2절 과제선정 결과.....	9
<b>제3장 연구내용</b> .....	<b>10</b>
제1절 이론적 배경 .....	10
제2절 특허조사분석 및 시장조사.....	33
<b>제4장 상세설계</b> .....	<b>39</b>
제1절 개념설계.....	39
제2절 상세설계 .....	41
제3절 부품선정 .....	44
제4절 시제품 조립도 .....	47
제5절 시제품 부품도 .....	48
제6절 기구부 제작 .....	49
제7절 사양서 .....	57
<b>제5장 성능평가</b> .....	<b>58</b>
제1절 정량적 목표.....	58
제2절 자체 성능 평가.....	59
<b>제6장 결론</b> .....	<b>60</b>
제1절 결론.....	60
제2절 문제점 및 향후계획.....	60
제3절 고찰.....	61
<b>[참고문헌]</b> .....	<b>62</b>

# 제1장 서론

## 제 1 절 과제의 목적 및 목표

### 1.1.1 과제의 목적

오늘날 현대사회에서 스포츠가 차지하는 몫은 이루 말할 수 없을 정도로 커졌다. 이제 스포츠는 의식주 다음으로 국민생활에 큰 역할을 하는 중요한 하나의 필수적 요소가 되었다. 다가올 6월 월드컵을 한 예로 들면 월드컵은 하나의 스포츠이기 이전에 국민의 힘을 단결시키고 애국심을 불러일으키는 하나의 국가행사이다. 이처럼 많은 사랑을 받는 운동으로 테니스가 있다. 예전에 테니스는 귀족 스포츠로 불리며 신사적이고 예의를 갖춘 스포츠라는 찬사를 받기도 하였다. 또한 요즘은 여가생활의 증가로 인하여 생활체육 동호인들의 테니스 활동으로 신체적 정신적 안정과 체력증진을 통하여 건강하고, 건전한 삶을 영위하고 있다. 격렬하지도 않으면서 스틸 있으며 또한 경제적으로도 누구나 저렴하게 할 수 있을 뿐만 아니라 계절에 상관없이 실내외에서 즐길 수 있어 그 테니스 참여가 증가하고 있는 추세이다.

하지만 테니스 연습을 하고 난 후 매년 흩어져있는 테니스공을 다시 주워 모아야 되는 데, 연습하느라 힘이 빠진 상태에서 허리를 굽혀 공을 모으는 게 여간 힘 드는 게 아니다. 테니스 연습을 하면서 하루에도 수십 번씩 공을 주워 모아야 하며, 그럴 때마다 하나하나 허리를 굽혀가며 손으로 주워야 하니 근골격계 질환까지 발생할 수 있다. 그래서 좀 더 효과적으로 편리하게 공을 주워 담을 수 방법을 고안하여 별도의 동력 없이 바퀴만의 구동력을 이용한 테니스공 수거기 제작을 목적으로 한다.

### 1.1.2 과제의 목표

별도의 동력원이 없이 본체에 전해진 시동자의 힘을 2개의 바퀴에 연결된 체인 1개를 이용해 수집부의 Brush를 반시계방향(C.C.W)으로 구동하며 기어들의 맞물림으로 인해 운반부의 평 벨트를 시계방향(C.W)으로 구동하여 테니스공을 운반 및 수거한다.

## 제 2 절 과제의 정량적 목표

- 총 중량 : 25kg
- 적재 총 중량 : 30kg
- 제품크기 : 915×500×886(mm)
- 최대구동 속도 : 1.5 m/s
- 1회전 최대 수거량 : 20개

## 제 3 절 필요성 및 기대효과

### 1.3.1 필요성

현재는 점점 더 국민생활에 필수적 요소로 부각되고 있는 스포츠를 국민들이 더욱 올바르게 건전하게 즐길 수 있는 많은 대안들이 필요로 하는 시점이다.

이에 본 과제에서는 테니스공을 일일이 수거 할 필요 없고 단시간에 최소의 움직임을 통하여 대용량의 공을 수거할 수 있도록 한다. 이에 따라 운동 후 지친 심신의 육체적 노동을 줄일 수 있고 배보다 배꼽이 더 큰 운동 후의 정리 시간을 줄인다.

### 1.3.2 기대효과

테니스장에서 테니스공 수거장치를 경험해 보거나 육안으로 본 사람은 아주 드물 것이다. 그것은 터무니없는 테니스공 수거장치의 가격이 원인일 것이다. 본 과제에서는 별도의 동력원이 없는 간단한 구조와 주위에서 흔히 구할 수 있는 부품을 사용하여 간단하며 값싼 테니스공 수거기를 제작하여 테니스장 규모에 상관없이 어느 곳에서도 사용할 수 있도록 하며 테니스공 수거에 있어 큰 노동력 절감을 기대 할 수 있을 것이다.

## 제2장 과제도출 과정

### 제 1 절 후보과제

번호	과제명	비고
1	태양광을 이용한 자동 블라인드 개폐기	
2	신호 정보를 알려주는 내비게이션	
3	제어식 다용도 셔터	
4	무선조정이 가능한 제초기	
5	Duct를 이용한 풍력발전 효율 극대화 장치	
6	초음파센서 알람시계	
7	우산 비닐 자동 수거기	
8	초음파센서 안경	
9	순환식 잔류가스 최소화 장치	
10	차량용 오토매틱 도어가드	
11	테니스공 수거기	

위는 11개의 후보과제이다.

위의 후보과제 중 경제성, 독창성, 기술성, 실용성을 각 항목별로 따진 결과 “테니스공 수거기” 후보를 과제로 선정하였다.



## 제 2 절 과제 선정 결과

선정 아이디어 : “ 테니스공 수거기 ”

선정 기준	선정 이유
경제성	값 비싼 기존제품을 대체하기 위하여 주변에서 쉽게 구할 수 있는 부품과 간단한 기구적인 설계를 통한 제작으로 값 싼 제품을 만들어 비용절감을 생각하였다.
독창성	체인과 기어를 이용한 설계로서 시동자의 수레를 미는 힘으로 모든 기구를 동작하는 형식으로 별도의 동력원이 필요치 않는다.
기술성	기구 상세 설계를 통한 도면 작성과 부품가공과 같은 실무위주의 제작 및 보완을 통한 설계기술의 향상을 위한다.
실용성	테니스장 같은 넓은 공간에 분산되어 있는 공을 수집함으로써 손으로 직접 수거 할 때 보다 시간과 노동력의 절감이 있고 같은 원리를 이용하여 유사한 다른 공 수거기 제작이 가능하다.

## 제3장 연구내용

### 제 1 절 이론적 배경

#### 3.1.1 Flat belt

평 벨트는 벨트 단면이 직사각형이다. 벨트의 안쪽 면과 바깥쪽 면이 균일한 평면인 벨트로서 잘 굽혀지므로 폴리 지름이 작거나 고속전동일 때 사용한다. 벨트는 굽힘 응력과 인장응력을 무수히 반복하여 받으므로 평 벨트의 재료는 이러한 응력에 견딜 수 있어야 하고 진동이나 충격을 흡수할 수 있도록 탄력성이 좋아야 한다.

#### ① 평 벨트의 종류

- (1) 가죽벨트(leather belt) : 가죽벨트의 재료로 쇠가죽이 가장 많이 사용된다. 쇠가죽은 마찰계수가 크고, 탄력성이 좋고, 충분한 강도를 갖고 있다. 그러나 천연물질인 만큼 온도나 습도에 의하여 길이가 변화하고, 원하는 크기를 얻는데 제한을 받는 단점이 있다. 벨트의 겹 수에 따라 1겹 벨트(단장 벨트), 2겹 벨트, 3겹 벨트로 구분된다.
- (2) 직물벨트(textile belt) : 무명, 마, 합성섬유 등으로 만든 것으로 가벼우며 이음매가 없다. 가죽벨트보다 인장강도는 크나 유연성이 적다.
- (3) 고무벨트(rubber belt) : 여러 개의 직물벨트에 고무를 입힌 것으로 유연하고 풀리에 잘 접촉하며 수명이 길다. 습기에 강하고 먼지 등에 영향을 받지 않으며 저렴하다. 그러나 열 또는 기름 등에 약하다.
- (4) 강 벨트(steel belt) : 냉간 압연한 얇은 강판으로 만들며 보통 두께 0.3~1.1[mm], 폭 15~250[mm]의 것이 가장 많이 사용된다. 인장강도가 대단히 크며, 가죽 벨트의 5배 정도이다. 신장률이 작고 수명이 길다.

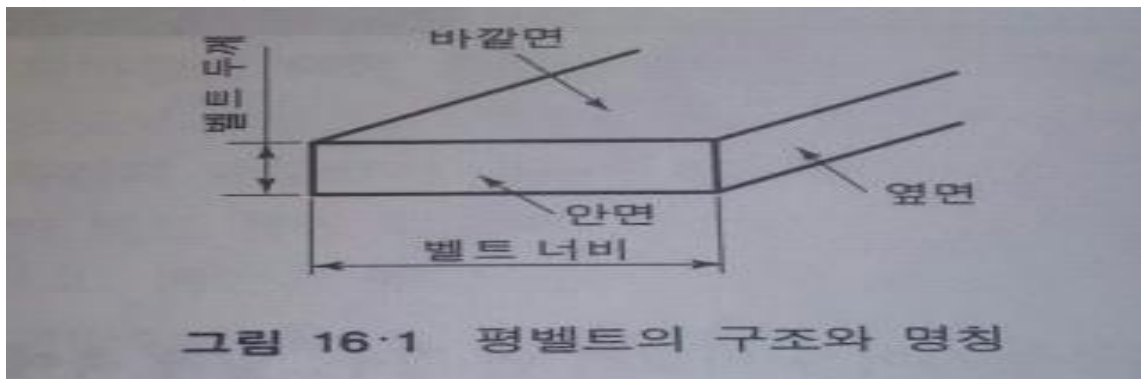


표1 평 가죽 벨트의 표준치수(KS B 6885)

(단위(mm))

1겹벨트 (단장벨트)		2겹벨트		3겹벨트	
너비	두께	너비	두께	너비	두께
25	3이상	51	6이상	203	10이상
32	3이상	63	6이상	229	10이상
38	3이상	76	6이상	254	10이상
44	3이상	89	6이상	279	10이상
51	4이상	102	6이상	305	10이상
57	4이상	114	6이상	330	10이상
63	4이상	127	7이상	336	10이상
70	4이상	140	7이상	381	10이상
76	4이상	152	7이상	406	10이상
83	4이상	165	7이상	432	10이상
89	4이상	178	7이상	457	10이상
95	4이상	191	8이상	483	10이상
102	5이상	203	8이상	508	10이상
114	5이상	229	8이상	559	10이상
127	5이상	254	8이상	610	10이상
140	5이상	279	8이상	660	10이상
152	5이상	305	8이상	711	10이상
				762	10이상

표2 평 가죽벨트의 기계적 성질(KS B 6885)

종류	인장강도[kg/mm <sup>2</sup> ]	신장률[%](응력 2.0[kgf/mm <sup>2</sup> ]일 때)
1종	2.5이상	16 이하
2종	2.0이상	20 이하

표3 평 고무벨트의 너비 및 겹수(KS M 6533)

표준 너비 [mm]	20, 25, 30, 38, 50, 63	75, 90, 100, 125	150, 175, 200, 225, 250	300, 350, 400, 450, 500
너비의 허용범위[mm]	±2	±3	±4	±5
겹 수	3 ~ 4	4 ~ 5	6 ~ 7	8 ~ 9

표4 평 고무벨트의 기계적 성질(KS M 6533)

항목	종류	1종	2종	3종
인장시험	인장강도[kgr](1겹, 너비 10[mm]에 대하여)	55 이상	50 이상	45 이상
	신장률(%)	20 이하	20 이하	20 이하
박리시험	박리하중[kgr](너비 25[mm]에 대하여)	8 이상	7 이상	7 이상

② 평 벨트의 이음

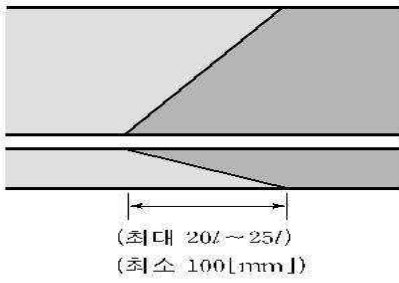
벨트를 잇는 방법에는 아교와 같은 접착제로 잇는 방법이 가장 많이 쓰인다. 절단면을 두께방향으로 비스듬하게 하여 접착 이음면을 크게 하고, 절단면을 폭 방향으로 비스듬하게 하여 인장력이 단면에 비껴 작용하도록 한다. 그 밖에 가죽 끈 또는 철사로 잇는 방법, 리벳이음, 블랭킹(blanking)이음 또는 앨리게이터(alligator)와 같은 이음쇠를 사용하는 방법 등이 있다. 벨트의 이음효율은 벨트의 인장강도에 대한 이음부분의 인장강도로 나타내며 다음과 같다.

$$= \frac{\sigma_{t0}}{\sigma}$$

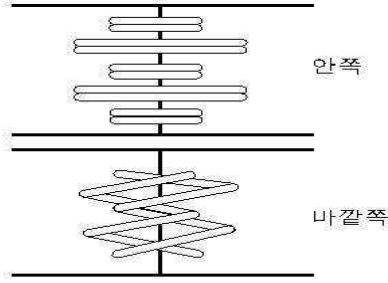
여기서  $\sigma_{t0}$ 는 이음부분의 인장강도,  $\sigma_t$ 는 벨트부분의 인장강도이다.

표5 평 벨트의 이음효율

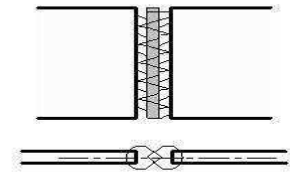
이음방법	이음효율[%]
아교 이음(교착 이음)	75~90
엮매기 이음(가죽 끈 이음)	40~50
리벳 이음	50~60
강선 이음(철사 이음)	60
블랭킹(blanking) 이음	60~70
앨리게이터(alligator) 이음	40~70



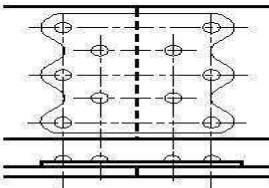
(a) 아교이음(교착이음)



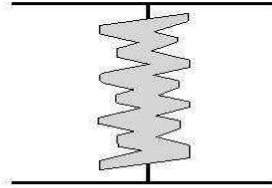
(b) 엇매기이음(가죽끈이음)



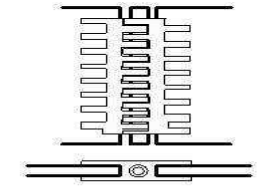
(c) 강선이음(철사이음)



(d) 리벳이음



(e) 블랭킹이음

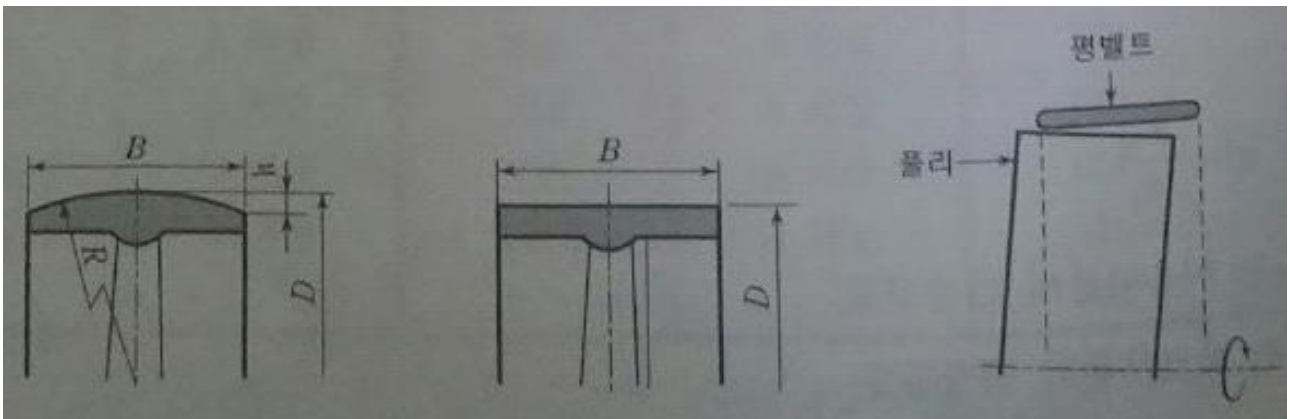


(f) 앨리게이터이음

그림 1 벨트의 이음방법

### ③ 평 벨트 풀리

평 벨트 풀리는 KS B 1402에 규격화되어 있다. 벨트풀리는 바깥면의 형상에 원통모양인 F형과 가운데가 높고 가장자리가 낮은 C형으로 분류된다. C형과 같은 형상을 갖는 것은 평 벨트 풀리가 회전축에 대하여 경사진 경우 풀리의 회전에 의하여 벨트가 풀리를 이탈하게 되는 현상을 방지하기 위한 것이다.



(a) C형 평 풀리  $\approx \frac{B}{8h}$

(b) F형 평 풀리

(c) F형 평 풀리에서 벨트의 벗어남

그림 2 평 벨트 풀리의 형상과 F형 평 풀리에서 벨트의 벗어남

표 6 평 벨트 폴리의 호칭 지름(D) (KS B 1402, ISO 99)

(단위 : [mm])

평 벨트 폴리의 호칭 지름[mm]	오차[mm]	평 벨트 폴리와 호칭 지름[mm]	오차[mm]
40	0.5	224, 250	2.5
45, 50	0.6	280, 315, 355	3.2
56, 63	0.8	400, 450, 500	4.0
71, 80	1.0	560, 630, 710	5.0
90, 100, 112	1.2	800, 900, 1000	6.3
125, 140	1.6	1120, 1250, 1400	8.0
160, 180, 200	2.0	1600, 1800, 2000	10.0

주 호칭지름 D의 크기가 400[mm] 또는 그 이상이면 크라운을  $\frac{B}{8h}$  (R은 크라운 곡률반지름, h는 곡률 높이, B는 폭)로 적용한다.

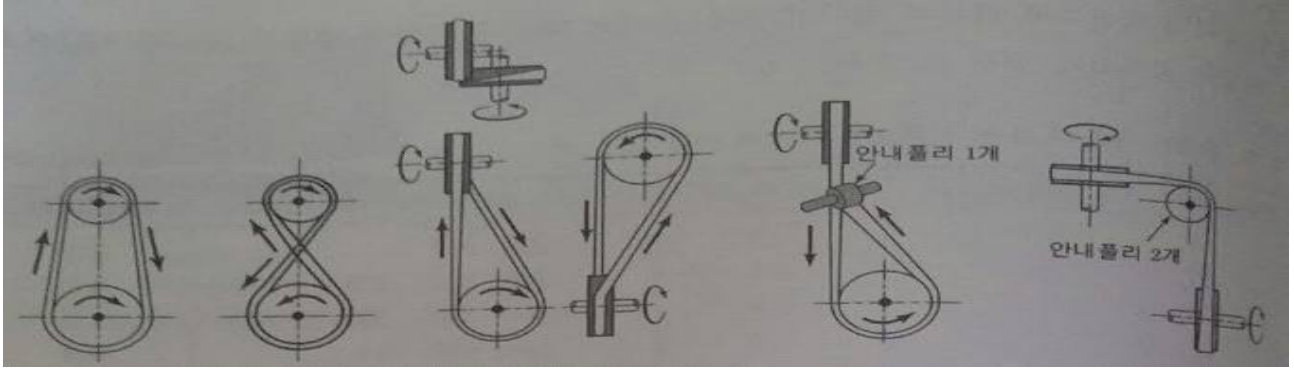
표 7 평 벨트 폴리의 호칭너비(B)와 맞물리는 평 벨트의 너비 (KS B 1402, ISO 22) (단위 : [mm])

폴리의 호칭 너비	벨트 너비	폴리의 호칭 너비	벨트 너비	폴리의 호칭 너비	벨트 너비
20	16	100	90	280	250
25	20	112	100	315	280
32	25	125	112	335	315
40	32	140	125	400	355
50	40	160	140	450	400
63	50	180	160	500	450
71	63	200	180	560	500
80	71	224	200	630	-
90	80	250	224		

비고 벨트의 폭이 폴리의 폭보다 작어야 바람직하다.

#### 4 벨트를 걸어 감는 방법

벨트를 걸어 감는 방법으로 바로걸기와 엇걸기가 대표적인 방법이며 중간에 안내차를 이용하여 거는 방법도 있다.



(a) 평행 걸기 (같은 방향회전) (b) 십자 걸기 (반대방향회전) (c) 직각 방향 걸기 (화살표 방향으로 사용) (d) 임의 각도 걸기 (안내 풀리 1개 사용) (e) 동일 평면인 두 방향으로 각도를 변화시키는 경우 (안내 풀리 2개 사용)

그림 3 벨트를 걸어감는 방법

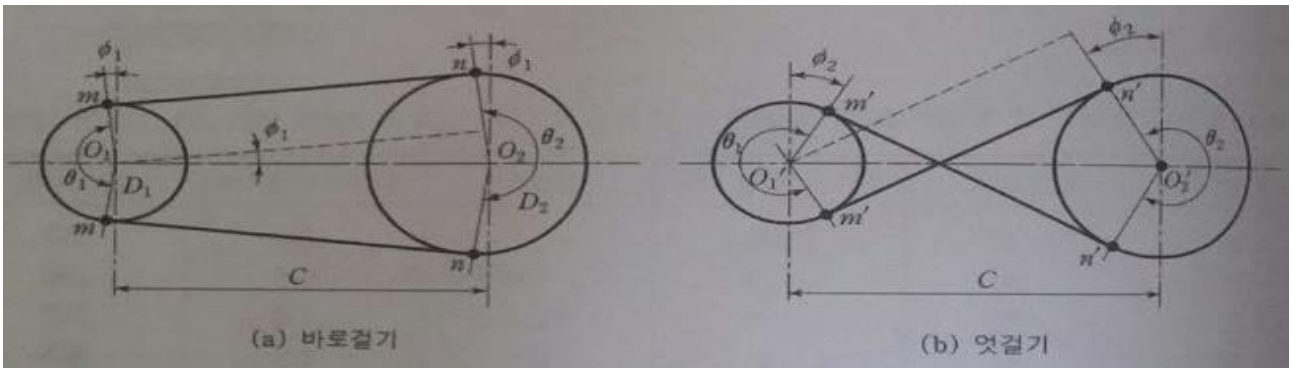


그림 4 벨트의 길이 및 접촉각

##### (1) 바로걸기 (open type)

평행 걸기라고도 하며, 두 축의 회전방향이 같다. 접촉각은 다음과 같다.

작은 풀리에서  $\theta_1 = \pi - 2\phi_1 [rad]$ , 큰 풀리에서  $\theta_2 = \pi + 2\phi_1 [rad]$  이다

여기서  $\sin \phi_1 = \frac{D_2 - D_1}{2C}$  이며, C는 두 축 간의 중심거리이고,  $D_1, D_2$  는 각 풀리의 피치원 지름이다.

위의 두 식을 도 단위로 다시 쓰면 다음과 같다.

작은 풀리에서  $\theta_2 = 180^\circ - 2\sin^{-1}\left(\frac{D_2 - D_1}{2C}\right) [^\circ]$ ,

큰 풀리에서  $\theta_2 = 180^\circ + 2\sin^{-1}\left(\frac{D_2 - D_1}{2C}\right) [^\circ]$  이다.

벨트길이는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} L &= \frac{D_1}{2}(\pi - 2\Phi_1) + \frac{D_2}{2}(\pi + 2\Phi_1) + 2C\cos\Phi_1 \\ &= \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + (D_2 - D_1)\Phi_1 + 2C\cos\Phi_1 \end{aligned}$$

여기서  $\Phi$ 가 작은 경우에는  $\sin\Phi \doteq \Phi$ ,  $\cos\Phi \doteq 1 - \frac{1}{2}\Phi^2$  이 성립하여 길이는 다음과 같이 근사적으로 표시된다.

$$L \doteq \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + 2C + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C}$$

그러나 보통의 경우 풀리와 벨트는 규격품으로 생산되므로 이에 적합한 축 간의 중심 거리를 정하고 있다. 위 식을 축간거리 C에 대하여 정리하면 다음과 같다.

$$C \doteq \frac{H + \sqrt{H^2 - 2(D_2 - D_1)^2}}{4}$$

여기서  $H = L - \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1)$

$L$  벨트의 길이  
 $D_1, D_2$ 는 풀리의 지름



## ⑤ 벨트전동의 특징

평행결기의 경우 구동 풀리로 들어가는 쪽 벨트는 긴장측(tight side)으로서 아래쪽에 위치하고, 구동 풀리로부터 나오는 쪽 벨트는 이완측(loose side)으로서 위쪽에 위치한다. 이는 장력차로 인한 접촉각 감소를 방지하기 위한 것이다.

풀리에 감긴 벨트부분 중 긴장측에 가까운 부분에서는 많이 신장되고 이완측에 가까운 곳에서는 적게 신장된다. 즉 벨트가 풀리를 따라 회전하는 동안 벨트에 작용하는 인장력이 달라져 변형량도 변화하게 된다. 이완측에 가까운 부분에서 인장력의 감소로 변형량이 줄어들므로 벨트가 풀리 위를 기어가는 현상이 발생한다. 이 현상을 크리핑(creeping)이라 한다. 이 현상은 긴장측과 이완측 사이의 장력차가 클수록 비례하여 증대한다. 이것은 벨트 미끄러짐(belt slip)과 구분된다. 벨트 미끄러짐이란 긴장측과 이완측 사이의 장력비가 너무 클 때(약 20배정도), 즉 초기장력이 너무 작을 때 벨트가 풀리위를 미끄러지는 현상을 말하며 이런 현상은 전달동력을 충분히 전달할 수 있는 정지마찰력(수직력과 관계있음)을 발생하지 못한데 기인한다. 이때 벨트가 미끄러지면 굽히는 소리가 나며 벨트에 열이 발생하게 된다. 또 축중심간 거리가 긴 경우 고속으로 벨트전동을 하면 벨트가 파닥파닥 소리를 내며 과도치는 현상이 발생하는데 이 현상을 플래핑(flapping)이라 한다.

### 3.1.2 평기어

#### ① 기어의 정의

기어는 바퀴주위에 일정한 간격으로 톱니를 깎고, 그 이가 또 다른 축에 붙어있는 기어의 이에 차례로 연속적으로 맞물림으로서 다른 축에 동력을 전달하거나 또는 다른 축으로부터 동력을 전달받도록 설계된 기계요소를 말한다.

동력을 전달하는 축을 원동축 또는 구동축이라 하고, 동력을 전달받는 축을 종동축 또는 피동축이라 한다. 맞물리는 두 기어에서 상대기어를 회전시키는 기어를 구동기어, 상대에 의하여 회전되는 기어를 피동기어라 한다. 서로 맞물리는 한 쌍의 기어에서 큰 쪽을 기어, 작은 쪽을 피니언이라 부르며 때로는 큰 기어, 작은 기어라고 부르기도 한다. 피치원 반지름이 무한대인 직선형 기어를 래크라고 한다.

기어는 간단한 구조로서 큰 동력을 정확한 회전비로서 전달한다. 동력손실이 적고, 내구성이 좋다.

평기어는 평치차 또는 스퍼 기어라고 하며, 잇줄의 방향과 축의 방향이 동일하며, 맞물리는 기어쌍의 두축이 평행한 경우에 사용된다.

스퍼기어, 헬리컬기어, 직선베벨기어, 스파이럴기어, 제롤기어의 효율은 평균 96~99%이어서 동력 손실은 적다. 그러나 1~2% 정도의 작은 동력 손실일지라도 발열과 연관되어 있다. 하이포이드기어의 효율은 90%이며 10% 정도의 동력 손실이 있다. 워기어 장치의 동력 손실은 아주 크며 리드각, 압력각, 회전속도 등에 따라 변화한다.

#### Ⅰ 기어의 분류

기어를 분류하는 방법에는 여러 가지가 있지만 두 기어의 상대적 위치에 따른 분류는 다음과 같다.

(1) 기어가 부착된 두 축의 상대적 위치 또는 방향에 따라 평행축 기어, 엇갈림축 기어, 교차축 기어로 분류한다. 평행축 기어 또는 교차축 기어는 두 축이 같은 평면내에 있는 경우이고, 엇갈림 축 기어는 두 축이 다른 평면에 있는 경우이다.

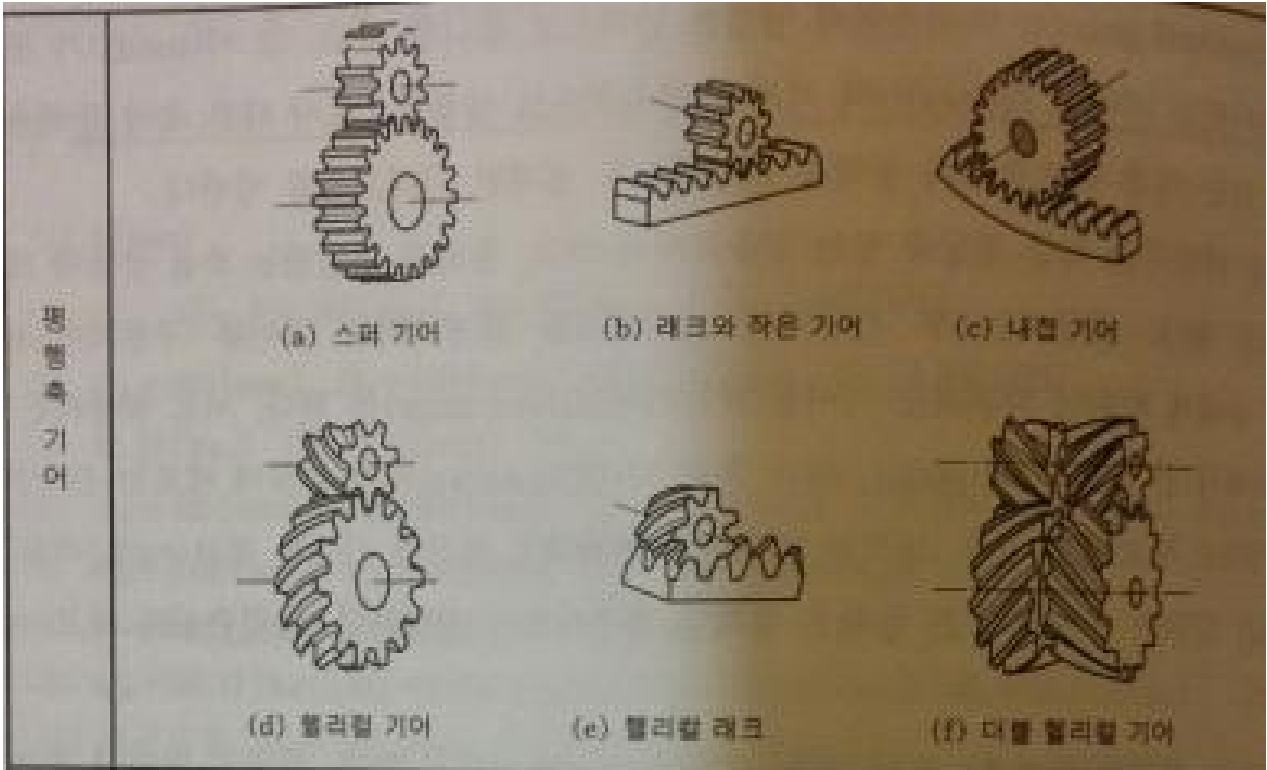


그림 5 기어의 종류(KS B 0102)

평행축 기어는 두 축이 같은 평면내에 있고, 서로 평행할 때 사용하는 기어이다. 스퍼 기어, 헬리컬기어, 내접기어, 래크 등이 있다.

## ② 기어의 종류 및 특징

(1) **평기어** : 직선 치형을 가지며 잇줄이 축에 평행하다. 평행한 두 축사이에서 동력을 전달한다. 제작이 쉽고, 가장 일반적 형태이며, 가장 많이 쓰인다. 축방향 하중이 발생하지 않는다. 고품질의 기어를 만들기 쉽다.

(2) **헬리컬기어** : 잇줄이 축방향과 일치하지 않은 기어이다. 이의 물림이 좋아 조용한 운전을 하나 축방향 하중이 발생하는 단점이 있다. 우비틀림 기어와 좌비틀림 기어가 쌍을 이루며, 비틀림각은 같아야 한다. 스퍼기어에 비해 큰 동력을 전달한다. 스퍼기어에 비해 소음과 진동이 적다. 축방향 하중이 발생한다.

그런데 축방향 힘을 상쇄시키기 위하여 비틀림각 방향이 서로 반대인 한 쌍의 헬리컬

기어를 종합하여 사용하기도 하는 데 이것을 더블 헬리컬 기어 또는 헤링본기어라고 한다. 이 경우 축방향 힘이 상쇄되어 베어링에 축방향 하중으로 전달되지 않는다.

(3) **랙** : 평평한 판 또는 곧은 막대에 같은 간격으로 동일한 형태의 이를 만든 것이다. 피치원 반경의 크기가 무한대인 기어로 생각할 수 있다. 작은 외치기어와 맞물린다. 잇줄이 축방향과 일치하는 경우 랙이라 하고, 평기어와 맞물린다. 잇줄이 축방향과 일치하지 않는 경우 헬리컬 랙이라 하고, 헬리컬 기어와 맞물린다. 회전운동이 직선운동으로 바꾸는 데 사용된다.

(4) **내치기어** : 내접기어라고도 한다. 림의 안쪽에 이가 달린 기어이다. 반드시 외치기어와 맞물린다. 잇줄이 축에 대하여 평행하다. 맞물린 기어와 회전방향이 같다. 유성기어 장치 또는 기어형 축이음에 사용된다.

(5) **베벨기어** : 두 축을 연장하였을 때 한 점에서 만나는 경우에 사용한다. 즉, 같은 평면상에서 평행하지 않은 두 축(만나는 두 축)을 연결하기 위하여 사용되는 기어이다. 피치면은 원추형태이다. 두 축이 만나는 각도는 대부분 90도이나 90도가 아닌 경우에도 사용한다. 90도가 아닌 경우 앵글러 베벨기어라고 한다. 이의 모양에는 직선 형태의 직선 베벨기어와 굽어진 형태의 스파이럴 베벨기어가 있다.

① **직선베벨기어** : 잇줄이 곧은 형태로서 잇줄이 피치원뿔의 도직선과 일치하는 베벨기어이다. 베벨기어중 제작이 가장 간단하여 많이 쓰인다.

② **스파이럴 베벨기어** : 잇줄이 곡선이고 모직선에 대하여 비틀려 있는 기어이다. 제작이 어려우나 소음이 적고, 이의 물림틀이 크며, 전동효율이 높다. 직선베벨기어에 비해 큰 동력을 전달한다. 제롤 베벨기어는 이너비의 중앙에서 비틀림각이 영인 스파이럴 베벨기어이다.

③ **마이터** : 두 축이 만나는 각이 90도이고, 기어 잇수비가 1:1인 기어 쌍을 의미한다.

④ **크라운 기어(crown gear)** : 두 축이 만나는 각이 90도이고, 피치면이 평면으로 된 베벨기어이다. 원추각이 90도인 베벨기어로서 평기어에서 랙에 상당하는 기어이다.

(6) 하이포이드 기어 : 서로 교차하지도 않고 평행하지도 않으나 다른 평면에서 수직인 두 축사이의 운동을 전달하며 이의 모양은 스파이럴 베벨기어형태이다. 일반 스파이럴 베벨기어에 비하여 피니언의 위치가 이동된 것이다. 두 축이 교차하지 않는다는 점에서 베벨기어로 분류하지 않는다.

(7) 나사기어 : 평행하거나 수직하지 않고, 교차하지도 않는 두 축 사이에 동력을 전달하는 기어로서 헬리컬 기어의 이모양을 갖는다. 증속, 감속, 모두 가능하나 마모가 많은 편이다. 큰 동력을 전달하는 것에는 부적합하다.

(8) 워름과 워름휠 : 두 축을 연장하여도 만나지 않으나 두 축이 직각을 이루는 경우에 적용한다. 두 축이 수직으로 만난다. 큰 감속비를 얻을 수 있다. 효율이 낮은 단점이 있다. 그런데 원통형태의 워름은 워름휠과 접촉할 때 접촉한 부분의 면적이 작아 작용력이 여러 개의 치에 분산되지 못한다. 이러한 단점을 극복하려고 워름과 워름휠과의 접촉면적을 크게 하여 힘을 분산시키기 위하여 워름을 장고형으로 개선한 것을 장고형 워름이라 하며, 부하가 큰 경우 적용한다.

### ③기어의 각부 명칭

(1) 피치원 지름 : 피치원 지름과 잇수와의 관계는 다음과 같다.

$$mZ$$

(2) 이끝높이 : 피치원부터 이끝원까지의 길이로서 이끝원까지의 길이로서 이높이에 따라 보통이, 낮은이, 높은이로 구분한다.

$$\begin{aligned} \text{통이의 경우 } h &= m \\ \text{낮은이의 경우 } h_a &= 0.8m \\ \text{높은이의 경우 } h_a &= 1.2m \end{aligned}$$

여기서  $m$ 은 모듈

(3) 바깥지름 : 이끝원 지름이라고 표현하며, 피치원 지름  $D$ 에 양쪽의 이끝높이를 더한 값이다.

$$D_o = D + 2h_a$$

(4) 이끝틈새 : 골밑틈새라고도 한다. 맞물린 한쌍의 기어에서 한 기어의 이끝원에서 상대편 기어의 이뿌리원까지의 중심선상 거리로서 모듈( $m$ )과 연관시켜 표현하면  $c \geq 0.35m$ 이다. 절삭치인 경우  $c = 0.25m$ 이고, 연삭치 또는 세이빙치인 경우  $c = 0.35m$ 이다. 일반적으로 다음의 식으로 표현한다.

$$c = km$$

여기서  $k$ 는 상수로서 0.25~0.35의 값

$m$ 은 모듈

(5) 이뿌리높이 : 피치원부터 이뿌리원까지의 거리이다. 맞물린 한 쌍의 기어에서 한 기어의 이뿌리 높이는 상대편 이의 이끝높이 ( $h_a$ )와 상대편 이의 이끝틈새( $c$ )를 합한 것이다.

$$h_{f2} = h_{a1} + c$$

또는

$$h_{f1} = h_{a2} + c$$

(6) 이뿌리원 지름 : 피치원 지름  $D$ 에 양쪽의 이뿌리 높이  $h_f$ 를 뺀 값이다.

$$D_f = D - 2h_f$$

(7) 총 이높이 : 이의 총높이이다. 이끝높이( $h_a$ ) 이뿌리높이( $h_f$ )를 합한 값이다.

$$h = h_a + h_f$$

(8) 유효 이높이 : 물림 이높이라고도 한다. 총 이높이에서 상대편이의 이끝높이를 제외한 길이이다. 즉, 맞물리는 한 쌍의 기어에서 이끝높이의 합이다.

$$= h_{a1} + h_{a2}$$

(9) 이너비 : 기어의 축방향길이로서 치폭 또는 이의 폭이라고도 한다. 이너비가 넓을수록 하중이 분산되지만, 접촉률이 낮아지는 한계가 있다. 스퍼기어의 경우 보통너비(N)와 넓은 너비(W)의 2종류가 있으며, 보통너비는 모듈의 6배, 넓은 너비는 모듈의 10배에  $rkRk$  값이다.

$$b \approx 6m \text{ 보통너비 (N)}$$

$$b \approx 10m \text{ 넓은너비 (W)}$$

여기서 m은 모듈

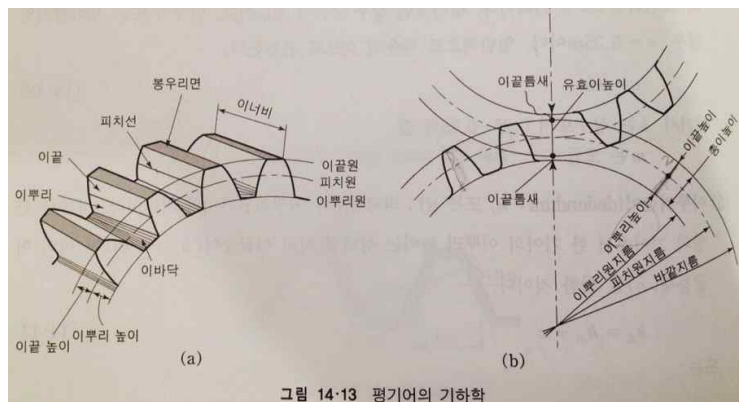


그림 14-13 평기어의 기하학

이너비(치폭) b를 결정하는 이너비 계수 k는 다음과 같이 정의한다.

$$k = \frac{b}{m}$$

표 14.5 이너비 계수 k

구분	하중의 종류	이너비 계수 k
보통의 경우	주조기어	6 ~ 8
	일반 동력용	6 ~ 9
	무거운 하중 전달용	9 ~ 16
특별히 넓은 경우		16 ~ 25

(10) 중심거리 : 표준 기어에서 두 기어 사이의 중심간 거리로서 두 기어의 반지름을 합한 값이다.

$$(D + D_2)/2$$

윗 식을 모듈과 잇수로 나타내면 다음과 같다.

$$A = \frac{m(Z_1 + Z_2)}{2}$$

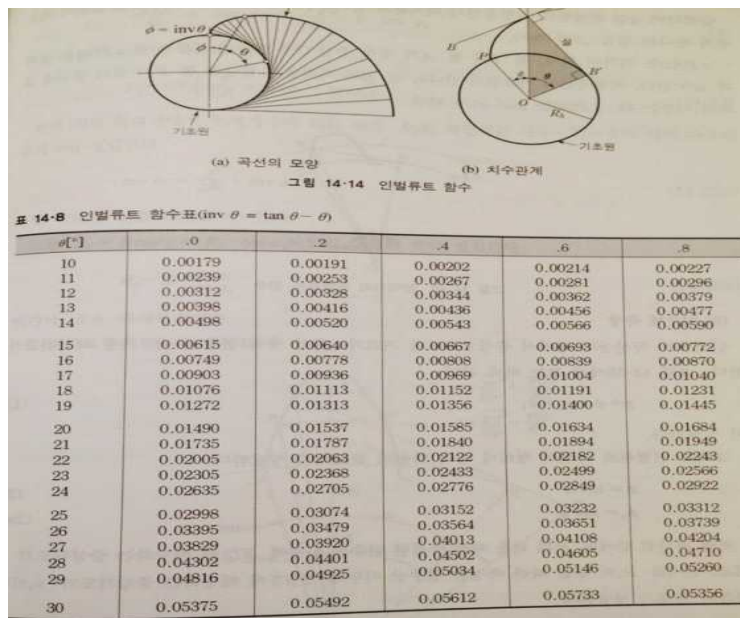
윗 식을 압력각과 기초원지름으로 나타내면 다음과 같다.

$$A = \frac{D_{b1} + D_{b2}}{2 \cdot \cos a}$$

표 14.6 일반용 스퍼기어의 표준값 (KS B 1414-1991 : 일반용 스퍼기어의 모양 및 치수)

구분		표준값
모듈		1.5 2 2.5 3 4 5 6
표준 이너비 [mm]	잇수 32 이상	10 12 16 20 25 32 36 40 50 60
	잇수 30 이하	12 14 18 22 28 35 40 45 55 65
잇수		14 15 16 17 18 19 20 21 22 24 25 26 28 30
		32 34 36 38 40 42 45 48 50 52 55 58 60 65
		70 75 80 90 100

주 보통 이너비(N)는 모듈 6배에 가까운 값으로 하고, 넓은 이너비(W)는 모듈의 10배에 가까운 값으로 한다.





### 3.1.3 체인(Chain)

#### (1) 체인전동의 특징

체인 전동장치는 체인(chain)을 스프로킷 휠(sprocket wheel)의 이에 걸어서 서로 물리는 힘으로 동력을 전달하거나 물건을 운반하는 장치이다. 장점은 다음과 같다.

- ① 체인은 인장강도가 크므로 큰 동력을 전달하거나 무거운 물건을 운반하는데 쓰인다.
- ② 미끄럼이 없어 일정한 속도비를 얻을 수 있다.
- ③ 초기장력이 필요하지 않으므로 이로 인한 베어링 반력이 발생하지 않는다.
- ④ 유지 및 수리가 간단하고 수명이 길다.
- ⑤ 벨트나 로프보다 전동효율이 높다. 롤러 체인의 경우 95[%] 이상, 사일런트 체인의 경우 98[%] 이상이다.
- ⑥ 링크수를 조절하면 축간거리를 조절할 수 있다.

단점으로는 링크의 피치단위로 치수를 조절하여야 한다는 것과 속도의 변동이 있다는 점이다.

제한조건으로는 롤러 체인의 경우 축간 거리는  $80p$ ( $p$ 는 피치)이내, 원주속도는  $5[m/s]$  이내 감속비는  $7/1$  이내가 바람직하며, 사일런트 체인의 경우 축간거리는  $50p$ ( $p$ 는 피치) 이내, 원주속도는  $9[m/s]$  이내 감속비는  $8/1$  이내가 바람직하다.

롤러체인은 낮은 속도에서부터 높은 속도까지 넓은 범위에 걸쳐 쓰이는 반면, 사일런트체인은 높은 속도에서 주로 쓰인다. 체인은 운전 도중 끊어질 수도 있으며 이로 인한 위험성을 고려하여 설계하여야 한다.

#### (2) 체인의 종류

##### • 동력전달용 체인

- ① 롤러 체인(roller chain) : 롤러 링크와 핀 링크 사이에 롤러를 끼워 핀으로 결합한 체인이다.
- ② 부시체인(bush chain) : 롤러체인에서 롤러를 없애고, 롤러와 부시를 일체화하여 간단하게 만든 체인이다.

- ③ 더블피치롤러체인(double pitch chain) : 롤러 링크와 핀 링크 사이에 롤러를 끼워 핀으로 결합한 체인이다.
- ④ 오프셋체인(offset chain) : 링크판이 구부러진 형태(오프셋 모양)를 하고 있으며, 롤러 링크와 핀 링크를 구별할 필요가 없으므로 총 링크수가 홀수, 짝수 구분 없이 사용된다. 오프셋은 전동중 충격을 흡수하므로 중하중, 저속전동에 적합하다.
- ⑤ 핀틀체인(pintle chain) : 오프셋 링크에서 링크판과 부시를 일체화시킨 것이다. 오프셋 링크와 이음핀으로 연결되어 있으며, 저속(150[m/min] 이하) 중용량의 컨베이어, 엘리베이터용에 사용된다.
- ⑥ 사일런트 체인(silent chain) : 링크가 스프로킷에 비스듬히 미끄러져 들어가 맞물려 있어 롤러 체인보다 소음이 적다. 주로 고속용으로 쓰이며, 가격이 비싸다.

**●화물운반용 체인**

- ⑦ 리프체인(leaf chain) : 몇 개의 링크판과 핀으로 구성된 것으로서 달아 내림용, 평행용 운반전달용이 있으며 저속으로 사용되고 있다.
- ⑧ 블록체인(block chain) : 롤러 링크를 블록으로 대응한 것으로서 저속, 중하중으로 사용된다. 수소용, 견인용으로 사용되고 있다.

**●부착용체인**

- ⑨ 어태치먼트 롤러체인 : 롤러체인의 링크판에 다른 것을 부착할 수 있는 구조의 체인이다.
- ⑩ 어태치먼트 부시체인 : 부시체인의 링크판에 다른 것을 부착할 수 있는 구조의 체인이다.

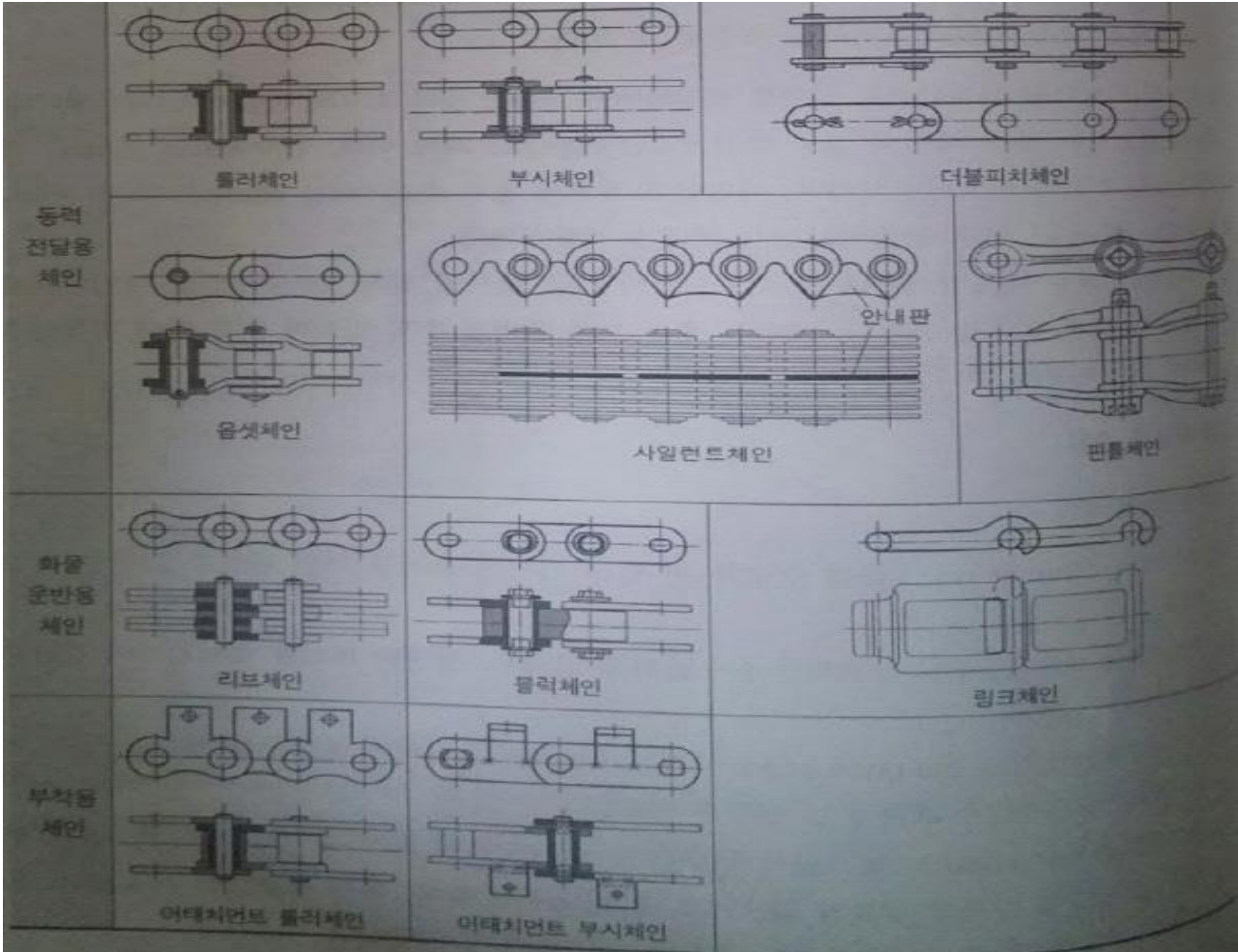


그림 6 체인의 종류

## 1] 롤러체인

롤러체인은 가장 많이 사용되는 체인이다. 오랫동안 사용하면 마모로 인하여 체인의 피치가 늘어나 스프로킷 휠의 피치와 맞지 않아 물림상태가 나빠지고 소음이 발생하는 단점이 있다. KS규격에는 롤러체인용 스프로킷 치형(KS B1408)과 전동용 롤러체인(KS 1407), 자전거용 체인(KS R 8021) 등이 있다.

### (1) 롤러 형태에 따른 분류

일반적으로 널리 사용되는 동력전달용 체인으로 저속회전에서 고속회전까지 넓은 범위에서 사용된다. 롤러체인은 롤러링크의 형식에 따라 롤러형 롤러체인과 부시형 롤러체인으로 분류한다. 주로 롤러형이 많이 쓰인다.

- (a) 롤러형 롤러체인(roller chain) : 롤러가 있는 롤러 링크를 사용한 체인으로서 롤러 링크와 핀 링크 사이에 롤러를 끼워 핀으로 결합한 구조이다.
- (b) 부시형 롤러체인(bush chain) : 롤러체인에서 롤러를 없애고, 롤러와 부시를 일체화하여 구조를 간단하게 만든 것으로 경하중용으로 쓰인다.

## (2) 피치 및 열수에 따른 분류

- (a) 표준롤러체인(standard roller chain) : 규격화된 단열롤러체인을 의미한다.
- (b) 다열롤러체인(multi-strand roller chain) : 좁은 공간이나 큰 동력을 전달하고자 할 때 열수를 늘여서 동력을 전달할 수 있는 능력을 늘인 것이다.
- (c) 더블피치 롤러체인(double pitch roller chain) : 더블피치 롤러체인은 표준형 롤러체인 피치의 2배인 체인으로써 링크플레이트를 제외한 나머지 부품은 롤러체인과 동일하다. 피치는 1.0[in]에서 4.0[in]까지이다. 부하가 적게 걸리고, 저속이면서 비교적 긴 축간 거리를 컨베이어의 반송용체인으로 사용하고 있다.
- (d) 비표준 롤러체인(non-standard roller chain) : 주문에 따라 제조하는 경우가 많다.

## (3) 롤러체인의 치수

표준롤러체인의 피치는 0.25[in]에서 3.0[in]까지의 범위에 있다. 롤러체인을 나타내는 기본치수로는 피치, 롤러의 폭 및 바깥지름, 핀의 지름, 링크판의 두께, 가로피치(다열인 경우), 최소 파단하중 등이 있다. 롤러체인은 A계와 B계로 분류한다. 별도의 언급이 없는 경우 롤러체인이라 함은 A계 1종을 의미한다.

## (4) 체인의 길이와 링크수

체인에서 링크의 수는 정수(integer) 이어야 하므로 체인길이는 피치의 정수배이어야 한다. 사용중 체인이 늘어날 경우 축간거리를 조정할 수 있어야 한다. 체인의 링크수는 벨트의 길이를 구하는 근사식으로부터 구한다.

벨트의 길이를 구하는 근사식은 다음과 같다.

$$L' = 2C + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C}$$

스프로킷의 잇수는  $Z = \frac{\pi D}{p}$  고,  $D = \frac{p \cdot Z}{\pi}$  로 나타낼 수 있으므로 위 식으로부터 어림잡을 수 있는 개략적인 체인의 길이는 다음과 같이 된다.

$$L' = 2C + \frac{(Z_1 + Z_2)p}{2} + \frac{(Z_2 - Z_1)^2 p^2}{4C\pi^2}$$

여기서  $Z_1, Z_2$  는 스프로킷 휠의 잇수

$p$ 는 피치  
 $C$ 는 스프로킷 휠의 중심간 거리

링크의 수  $L_n$ 는 개략적인 체인의 길이  $L'$ 를 체인 1개의 피치  $p$ 로 나눈 값으로 나타낸다. 이 숫자는 소수점을 동반한 숫자이다. 사용하려는 링크의 종류(핀링크, 오프셋링크)와 공간의 여유등을 고려하여 올림할 것인지 내림하여 정수로 할 것인지를 결정한다. 보통의 경우 롤러 링크와 핀링크가 교대로 맞물려 연결되므로 체인수는 되도록 짝수로 한다. 단, 오프셋 링크를 사용하는 경우 홀수개로 하여도 무방하다.

$$L_n = \frac{L'}{p} = \frac{2C}{p} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{(Z_2 - Z_1)^2 p}{4C\pi^2}$$

여기서  $L'$ 는 가정된 체인의 길이

$p$ 는 피치  
 $C$ 는 축간 중심거리

체인의 길이  $L$ 는 위식에서 정수개로 계산된 링크수에 피치를 곱하여 얻는다

$$L = p \cdot L_n$$

여기서  $p$ 는 피치

$L_n$ 은 체인의 링크수

축 중심간 거리는 벨트의 길이로부터 정리하면 다음과 같다.

$$C = \frac{p}{4} \left[ L_n - \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \left( L_n - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)^2 - \frac{2(Z_2 - Z_1)^2}{\pi^2} \right]$$

윗 식에 따라 계산한 중심거리는  $\frac{p}{2}$  만큼의 오차 범위를 가지고 있다.

### (5) 롤러체인 의 스프로킷 휠(sprockets wheel)

구동 스프로킷은 원동축의 동력을 체인에 전달하고, 피동 스프로킷은 체인의 동력을 피동 축에 전달한다. 아이들러 스프로킷은 동력전달을 전달하는 기능을 하지 않고, 이완된 체인을 팽팽하게 하는 기능을 한다.

#### ① 롤러체인 의 스프로킷 휠의 형식

롤러체인 의 형식에는 4종류가 있다. (KS B 1407:2000)

- (a) 평판형(A형) : 바퀴통의 연장이 없는 평판형태로서 가벼운 하중을 전달하는 곳에 경제적 설계로 사용한다.
- (b) 한쪽허브형(B형) : 바퀴통의 한쪽으로만 연장된 형태로서 작은 톱니수의 구동용 스프로킷에 쓰인다. 한쪽보스형 이라고도 한다.
- (c) 양쪽 허브형(C형) : 바퀴통의 양쪽으로만 연장된 형태로서 중동축과 같은 중동축의 스프로킷에 사용한다. 양쪽 보스형 이라고도 한다.
- (d) 허브분리형(D형) : 분리가능한 바퀴통으로서 보통 테부분에 볼트로 체결되어 있다. 경제성을 고려하여 톱니부를 교체할 수 있도록 되어있다. 보스분리형 이라고도 한다.

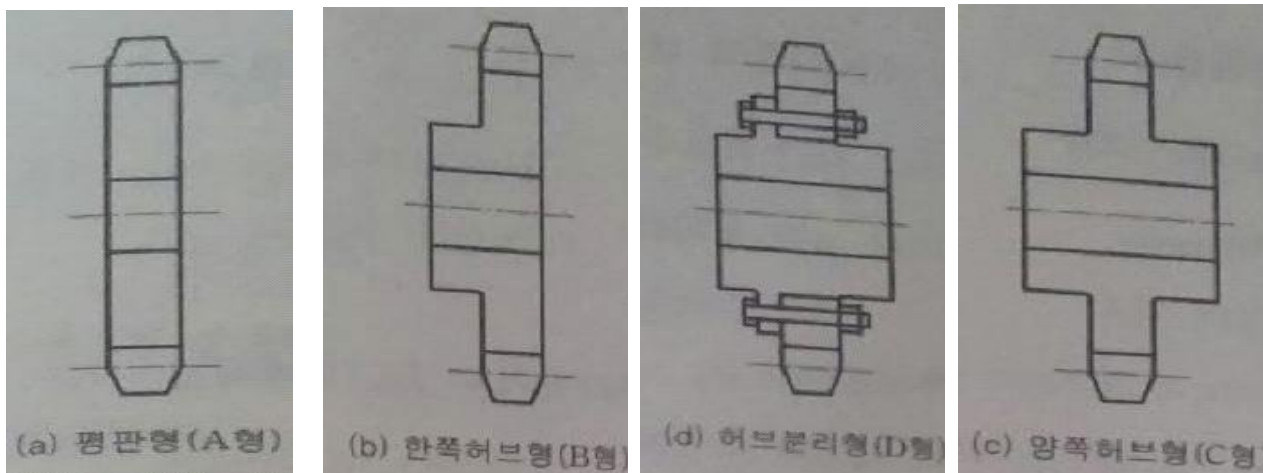


그림 7 롤러체인 의 스프로킷 휠의 형식

② 스프로킷 휠(sprocket wheel)의 형상 및 치수

스프로킷 휠의 잇수가 17개 이상으로 하여 속도변동률을 줄이고 굴곡각도를 작게하여 원활한 운전을 할 수 있도록 한다. 재료는 인성이 크고 마모에 강한 재질을 사용한다. 스프로킷 휠이 작은 경우에는 단강을 큰 경우에는 주철을 사용한다. 스프로킷 휠의 치형에는 ASA 치형과 BS치형이 있고 ASA치형에는 U형과 S형이 있다.

(a) 피치원지름 ( , pitch diameter) : 체인의 피치는 톨러 핀 중심간의 직선거리로서 맞물리는 스프로킷 휠의 피치와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 피치 p 와 피치 원지름  $D_p$ 은 다음의 관계가 성립한다.

$$\sin a = \frac{AB}{OA} = \frac{p/2}{D_p/2}$$

체인의 피치가 스프로킷 휠의 중심과 이루는 각을 a라고 하면 잇수 Z와의 관계가  $a = \frac{2\pi}{Z}$  이고  $\frac{a}{2} = \frac{180^\circ}{Z}$  이다. 위의 관계를 정리하면 피치원 지름  $D_p$ 은 다음과 같이 된다.

$$D_p = \frac{p}{\sin(180^\circ/Z)}$$

여기서 p 체인의 피치[mm]  
Z는 스프로킷 휠의 잇수

(b) 이끝원 지름 ( $D_o$ , outer diameter) : 바깥지름이라고도 하며, 크기는  $\overline{OC}$ 로서  $\overline{BC}$ 와  $\overline{OB}$ 의 합이다. 그림에서  $\overline{OB} = \overline{AB} \cot \frac{a}{2} = \frac{p}{2} \cot \frac{a}{2}$ 인 관계가 성립하므로  $\overline{BC} = 0.3p$ 라고 가정하면 바깥지름은 다음과 같이 된다.

$$D_o = 2 \times 0.3p + 2 \times (p/2) \cdot \cot(a/2)$$

$$D = p \left( \cot \frac{180^\circ}{Z} - 1 \right) - 0.75$$

$p$ 는 체인의 피치[mm]  
 $Z$ 는 스프로킷 휠의 잇수

## (6) 롤러체인의 설계원칙

### ① 체인의 선정원칙

피치가 작으면 낮은 부하와 고속에 적합하고, 피치가 크면 높은 부하와 저속에 적합하다. 보통 전동능력이 있는 것중 최소피치의 단열체인을 선택한다. 공간적 제약이 있는 경우 작은 피치를 선정하고, 전동능력을 높여야 되는 경우 다열체인을 사용한다. 권장할수 있는 롤러체인의 최대 감속비는 7:1이다. 저속이고 경하중이며 최적의 설계인 경우 10:1까지 가능하나 단열체인에만 해당한다. 이보다 더 큰 각속도비로 전동하려면 여러 단으로 나누어 전동한다. 체인의 링크숫자는 짝수개가 바람직하며, 읍셋링키를 사용하면 홀수개도 가능하나 체인의 전달용량이 감소된다.

### ② 스프로킷 휠의 선택시 주의사항

작은 스프로킷휠의 감김각은  $20^\circ$  이상이 추천된다. 작은 스프로킷의 최소잇수는 현의 운동(chordal action)으로 인하여 제약을 받는다. 작은 스프로킷의 잇수는 저속에서 12개, 중속에서 17개, 고속에서 25개 이상으로 추천된다. 큰 스프로킷의 잇수는 보통 120개 이하로 제한한다.

다음의 경우 스프로킷 휠의 이를 경화하는 것을 원칙으로 한다.

- ㉠ 잇수가 25개 이하일 때
- ㉡ 고속 또는 고부하로 운전할 때
- ㉢ 마모의 환경에서 운전할 때
- ㉣ 특별히 긴 수명이 요구될 때
- ㉤ 각속도비가 1:4 이상일 때 작은 스프로킷 휠의 이

(작은 스프로킷 휠의 이가 큰 스프로킷 휠의 이보다 체인과 더 빈번한 접촉을 하기 때문이다.)

한편, 큰 스프로킷 휠의 잇수는 120개 이하로 권장한다. 큰 스프로킷 휠의 잇수가 증가하면 제작비의 증가 및 체인의 마모에 영향을 주며 많은 공간을 차지하게 된다.



## 제 2 절 특허조사분석 및 시장조사

### 3.2.1 특허조사 분석

특허 정보 검색 서비스 KIPRIS에서 특허 조사하여 테니스 공 수거기와 비슷한 현재 특허 시장에 있는 유사한 제품을 분석/기술을 알아보았다. 또한 테니스 공 수거기와 유사한 기능, 기술을 가진 다른 제품의 특허를 분석하여 독창성을 가지는지와 특허 침해 사항이 있는지 검토를 하였다.

#### (1) 특허분석 범위

검색기관	한국 특허 정보원 www.kipris.or.kr
대상국가	국내, 국외
검색범위	테니스공 및 유사 검색어

#### (2) 특허분석 키워드

과제명	테니스 공 수거기			
특 징	① 별도의 동력원이 필요 없다. ② 체인, 기어를 이용한 동력 전달 ③ 롤러를 이용한 공 수집 ④ 벨트를 이용한 공 운반			
특허조사 키워드	공 수거기	56건	특허실용	56건
			디자인	0건
	테니스 공 수거기	26건	특허실용	26건
			디자인	0건

(3) 테니스공 수집기

출원번호	10-2002-0025381
최초출원일자	2002.05.08
출원인	조민영

핵심특허 및 관련성  대표도면	특허명	테니스공 수집기
	보유국	한국
	등록년도	2006.05.18
	유사점	- 별도의 동력원 없이 공을 수거함
	차이점	- 구동 원리와 수집방법이 다름

● 특허 분석

본 발명은 내측으로 바퀴가 장착된 축이 내설되고 후면부에 지주 봉이 설치되고 그 상단에 손잡이가 형성되고, 하단에는 보조바퀴가 장착된 몸체로 구성되어 몸체 전방으로 유입되는 테니스공을 유도하도록 몸체 전방부재의 중심 저단에 설치된 지지부재에 일정 간격으로 다수 설치된 공유도판이 부설되고, 공유도판을 통해 유도되는 테니스공을 수집하기 위해 축과 연동되는 다수의 공 집게 원반이 축설 되고, 그 사이로 수집된 테니스공이 몸체 상단에 도달 시 분리되도록 몸체 전방부재 상면에 공 집게원반 사이로 경사지게 안내판이 설치되고 그 안내판을 따라 낙하하는 테니스공이 수집되는 공 수집통과 공 수집통이 적치될 수 있도록 몸체 전방으로 형성된 ㄷ자형의 받침대로 구성된다. 본 발명은 진행 중인 과제와 수집부의 구동방향이 반대이고 체인을 이용한 동력전달 부분에서 본과제와 차이를 보인다.

#### (4) 테니스공 수집 장치

출원번호	10-2005-0055381
최초출원일자	2005.06.25
출원인	유영은

핵심특허 및 관련성	특허명	테니스공 수집 장치
	보유국	한국
	등록년도	2003.11.14
	유사점	- 롤러를 이용한 수집 방식
	차이점	- 진공모터의 흡인력을 이용한 공 수거
대표도면		

#### ● 특허 분석

본 발명에 따른 테니스공 수집 장치는, 전방 하측 에는 유입구가 형성되고 유입구 뒤에는 수집실이 형성되며, 수집실로부터 흡인통로가 경사져서 연장 형성되고, 흡인통로의 단부가 연결되는 전방격벽과 개방된 하측에 필터가 설치되는 후방격벽 사이에는 덮개에 의해 개폐 가능한 진공실이 형성되며, 후방격벽 뒤에는 수평격벽에 의해 상,하부 수납실이 분할 형성되는 본체와, 유입구의 양측에 회전 가능하게 설치되는 전방바퀴와, 양측 전방바퀴의 내측면 상에 고정되어 전방바퀴와 일체로 회전되면서 테니스공을 수집실로 강제이동 시키는 호퍼와 본체의 후방 하측에 회전가능하게 설치되는 후방 롤러와, 본체의 상부 수납실에 설치되는 축전지와, 본체의 하부 수납실 내에서 필터 바로 뒤에 설치되고, 축전지로부터 전원을 인가받아 흡인력을 발생시키는 진공모터와, 본체의 흡인통로의 단부에 분리가능하게 결합되고, 진공모터의 흡인력에 의해 흡인통로로 유입된 테니스공이 수납되는 다공성 수집주머니와 본체의 일측에 형성되고, 진공모터의 작동을 제어하는 제어부를 포함한다. 본 발명은 과제와는 달리 배터리와 모터를 이용한 흡인력을 이용하여 공을 수거하므로 특허 침해의 여지가 없다.

(5) 테니스공 수집 장치 2

출원번호	10-2011-0048609
최초출원일자	2009.11.03
출원인	한밭대 산학협력단

핵심특허 및 관련성  대표도면	특허명	테니스공 수집 장치 2
	보유국	한국
	등록년도	2011.05.12
	유사점	- 기어와 축을 이용한 공의 수집
	차이점	- 과제와 달리 전륜구동 방식

● 특허 분석

본 발명은 손잡이가 일축에 형성되고, 하부에 이동이 용이하도록 전륜구동축 및 전륜으로 구성된 전륜부와, 후륜부를 포함하는 본체, 전륜부에 결합된 기어부와, 상기 기어부에 연결되어 회전되는 수거기로 구성된 송출장치를 포함하는 테니스공 수집 장치이다. 상기 송출장치의 기어부는 전륜구동축에 축설된 제1베벨기어와 제2베벨기어, 피니언기어를 포함하고 상기 본체의 전면은 완만한 경사부가 형성되고, 상기 경사부에는 공의 이동을 안내하도록 격벽이 설치되어 통로가 형성된 가이드 슈트를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명은 전륜부의 구동으로 인해 공을 수집하는 방식으로 전체적인 구동인 후륜을 통해 이루어지는 본 과제와 상이하다.

### 3.2.2 시장조사

현 시장에서 판매되고 있는 테니스 공 수거기 제품을 찾아 그 제품의 분석하여 우리 제품에 사용할 수 있는 기술을 알아본다. 이 과정을 통하여 테니스 공 수거기의 기술 성과 실용성을 높일 수 있는 다른 기술을 찾아 제품에 사용 할 수 있도록 한다.

테니스 공수집기(자동 수집기) Roller HopperTM150		
	상품가격	1,210,000원
	상품코드	18807
	모델명	Roller hopperTM150
	제조회사	롭스타
	제조국	미국
	수집량	150개

특징	봉과 봉 사이에 테니스공을 밀어 넣어 수집한다.
장점	① 구조가 간단하다.
단점	① 1,210,000원의 매우 비싼 가격이다. ② 공을 수집 후 빼내는 과정이 매우 불편하다.

볼 자동 수집기 Ball Mower(240개)

	상품가격	1,950,000원
	상품코드	18808
	모델명	Ball Mower
	제조회사	롭스타
	제조국	미국
	수집량	240개

특징	전방에 Y자 형태의 구조물로 공을 모아 수집한다.
장점	① 대량의 공을 수거할 수 있다.
단점	① 1,950,000원의 매우 비싼 가격이다. ② 공을 수집 후 빼내는 과정이 매우 불편하다.

## 제4장 상세설계

### 제 1 절 개념설계

#### 4.1.1 요구기능 정의

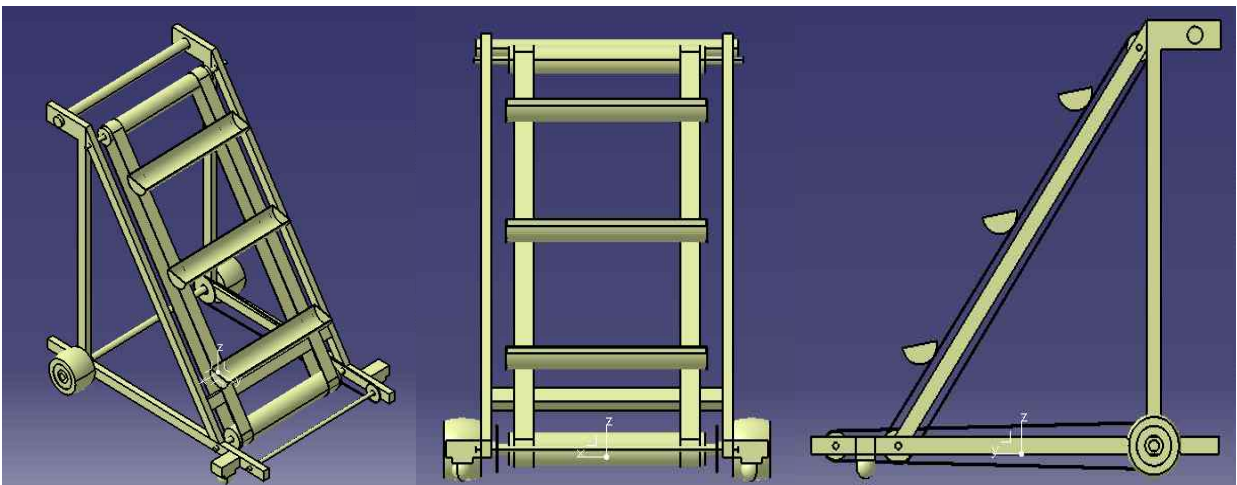
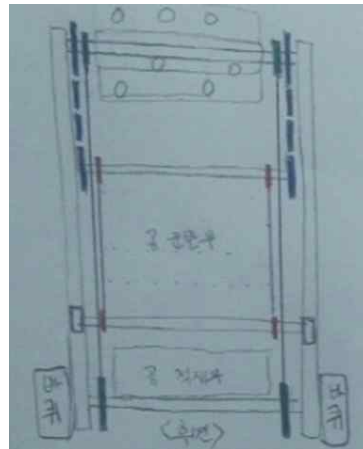
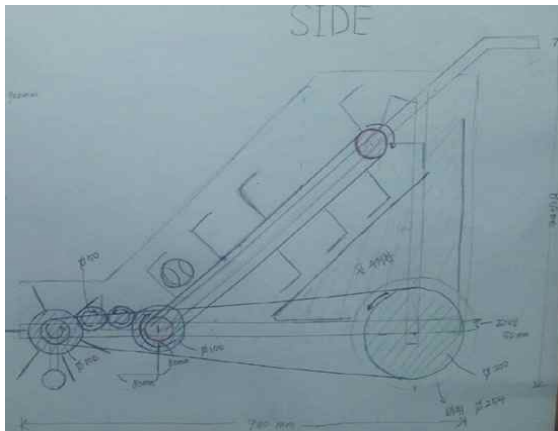
##### (1) 목표

별도의 동력원이 없이 본체에 전해진 시동자의 힘을 2개의 바퀴에 연결된 체인 1개를 이용해 수집부의 Brush를 반시계방향(C.C.W)으로 구동하며 기어들의 맞물림으로 인해 운반부의 평 벨트를 시계방향(C.W)으로 구동하여 테니스공을 운반 및 수거한다.

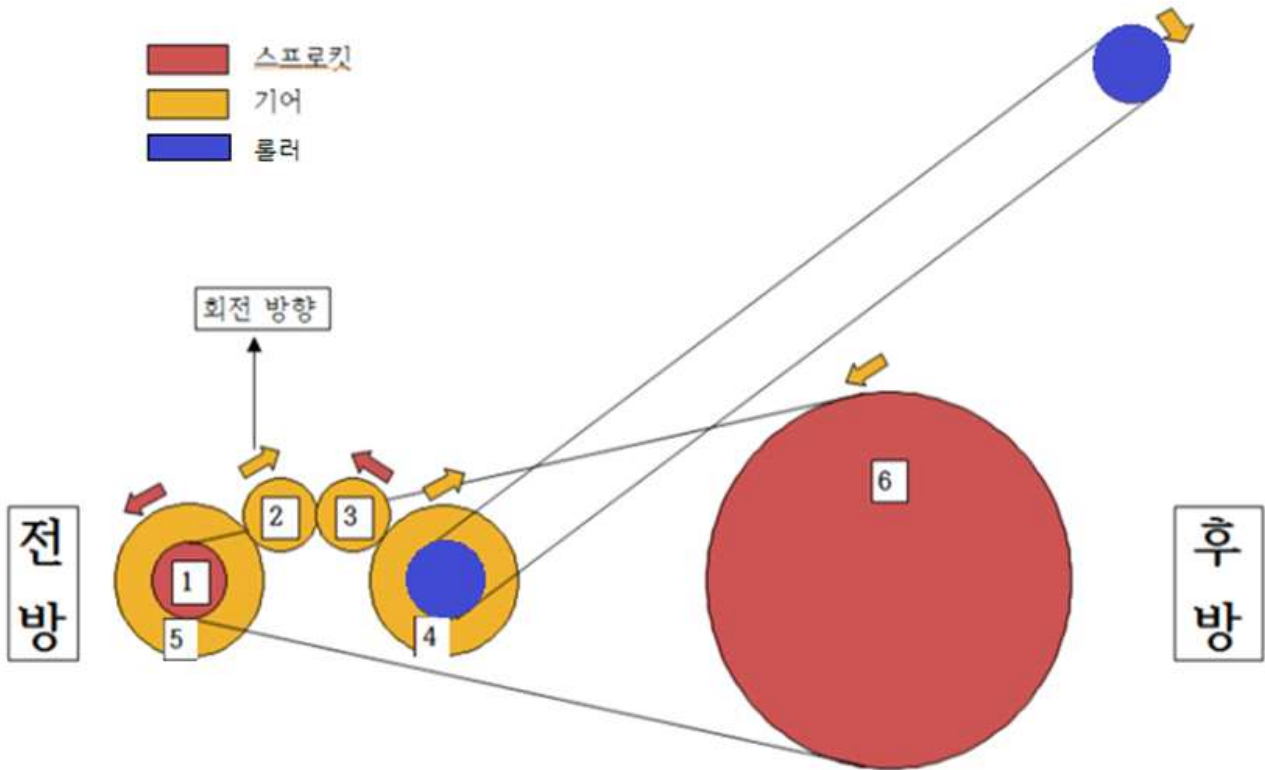
##### (2) 요구기능

- 테니스공 수거 기능
- 후륜 구동에 의한 주행 및 운반 기능

##### (3) 손그림 및 3D도면



#### 4.1.2 구동원리



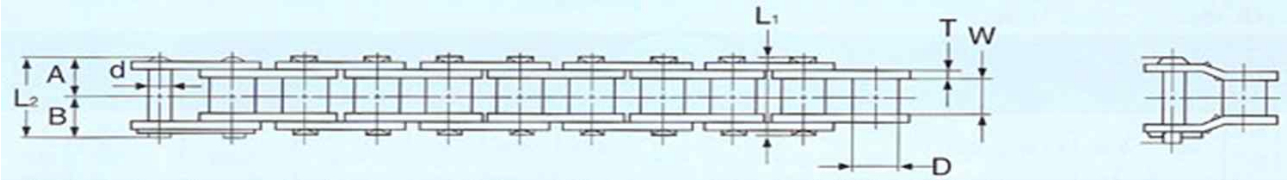
본 과제는 별도의 동력원이 없이 바퀴의 구동으로 전체적인 동작을 한다. 그렇기 위해 위 그림과 같이 기어, 스프로킷, 체인을 사용하여 뒷 바퀴의 구동 힘을 이용한다.

본체에 가해지는 시동자의 힘으로 뒷 바퀴가 구동이 되며 뒷바퀴와 동일 축에 있는 6번 스프로킷이 반시계 방향의 회전을 체인(위 그림의 실선)을 통해 1번 스프로킷으로 전달한다. 1번 스프로킷과 동일 축에 있는 5번 기어는 2, 3번 기어를 통해 4번 기어에 시계 방향의 회전을 전달하고 4번 기어와 동일 축에 있는 하단 롤러가 평 벨트를 통해 상단 롤러와 같이 시계 방향으로 회전하여 공을 운반한다.



## 제 2 절 상세 설계

### 4.2.1 체인 설계



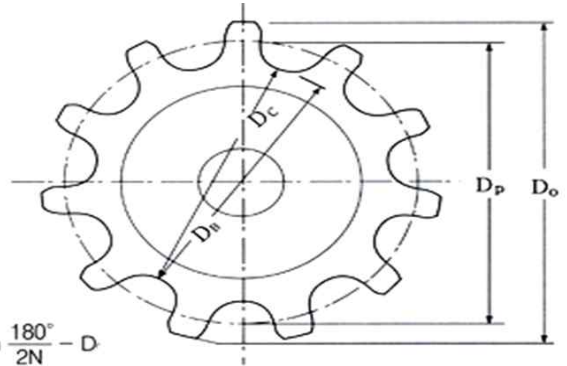
● 사양표 (Specification Table)

(단위 : mm)

D.M.C 체인 번호	피치 P	로울러 외경 W	로울러 외경 D	핀		링크플레이트		표준·RUSTOP(N)			스테인레스(SS)		1본당 링크수	
				경 d	A	B	두께 T	폭 H	평균과단하중 kgf	최대허용하중 kgf	계약중량 (kg/m)	최대허용하중 kgf		계약중량 (kg/m)
DMC 25	6.35	3.18	φ3.30	2.31	3.80	4.40	0.75	5.8	425	65	0.15	12	0.16	480
DMC 35	9.525	4.75	φ5.08	3.59	5.77	7.25	1.25	8.8	1,040	160	0.33	27	0.33	320

	고려 사항	결과 값
체인 모델	최대 적재 하중 30kg에 안전율 3을 고려한 90kg의 하중을 버틸 수 있어야함	DMC 35
체인 길이	$2C + \frac{(Z + Z_2)p}{2} + \frac{(Z_2 - Z_1)^2 p^2}{4C\pi^2}$ $= (2 \times 649) + \frac{(65 + 15) \times 9.525}{2} + \frac{(15 - 65)^2 \times 9.525^2}{4 \times 649 \times \pi^2}$ $= 1688mm$ <p>C = 스프로킷휠 중심간 거리                      Z1 = 스프로킷휠 1의 잇수                      Z2 = 스프로킷휠 2의 잇수                      P = 피치</p>	1688mm
평균 속도	$v_m = \frac{NpZ}{60000}$ $= \frac{354 \times 9.525 \times 65}{60000} = 3.65m/s$ <p>N = RPM (최대속도 1.5m/s 적용시)                      Z = 뒷바퀴 동일 축 스프로킷휠 기준</p>	3.65m/s

## 4.2.2 스프로킷 휠 설계



(1) 외경 ( $D_o$ )  $D_o = P(0.6 + \cot \frac{180^\circ}{N})$

(2) 찢치경 ( $D_p$ )  $* D_p = P / \sin \frac{180^\circ}{N}$

(3) 치저경 ( $D_b$ )  $D_b = D_p - D$   $D$ : 로울러경

(4) 치저거리 ( $D_c$ )  $\text{꼭수치의 경우} : D_c = D_b$   
 $\text{홀수치의 경우} : D_c = D_p \cos \frac{90^\circ}{N} - D = P/2 \sin \frac{180^\circ}{2N} - D$

\* 찢치경 ( $D_p$ ) 및 치저거리는 아래표에서 구할 수 있습니다.

아래표는 찢치경의 계수 =  $1 \sin \frac{180^\circ}{N}$  및 치저거리(홀수치)의 계수 =  $1/2 \sin \frac{180^\circ}{N}$  를 나타내고 있으므로 찢치경  $D_p = P \times \text{계수}$ , 치저거리  $D_c = P \times \text{계수} - D$  에 의해서 구할 수 있습니다.

(예) HC50(찢치 15.875mm, 로울러경 10.16mm)이빨수 25매 일 경우

$$D_p = 15.875 \times 7.9787 \text{ (이빨수 25매의 계수)} = 126.66186 \approx 126.66 \text{ mm}$$

$$D_c = 15.875 \times 7.9630 \text{ (이빨수 25매의 계수)} - 10.16 \approx 116.25 \text{ mm}$$

	고려 사항	결과 값
스프로킷 모델	DMC35 체인과 같은 피치를 가지는 모델	RS35
외경 200mm 스프로킷 휠	<p>6번 스프로킷 목표외경 200mm  <math>P(\text{피치}) = 9.525</math>  <math>D_o = P(0.6 + \cot \frac{180^\circ}{N})</math>  <math>200 = 9.525(0.6 + \cot \frac{180^\circ}{N})</math>  <math>20.3973 = \cot \frac{180^\circ}{N} = 1/\tan \frac{180^\circ}{N}</math>  <math>0.049 = \tan \frac{180^\circ}{N}</math>  <math>N = 65</math></p> <p style="text-align: right;"><math>N = \text{스프로킷의 잇수}</math></p>	RS35-1B65T
외경 50mm 스프로킷 휠	<p>1번 스프로킷 목표외경 50mm  <math>P(\text{피치}) = 9.525</math>  <math>D_o = P(0.6 + \cot \frac{180^\circ}{N})</math>  <math>50 = 9.525(0.6 + \cot \frac{180^\circ}{N})</math>  <math>475.65 = \cot \frac{180^\circ}{N} = 1/\tan \frac{180^\circ}{N}</math>  <math>0.0021 = \tan \frac{180^\circ}{N}</math>  <math>N = 15</math></p>	RS35-1B15T

### 4.2.3 평 벨트 설계

	고려 사항	결과 값
평 벨트 모델	운반바구니의 양쪽을 고정가능 하고 리벳 이음이 가능	표준치수 (KS B 6885)에 따라 너비 63 두께 4 평 벨트
평 벨트 길이	바로걸기 형식의 길이 산출 $\frac{\pi}{2}(D + D_2) + 2C + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C}$ $= \frac{\pi}{2}(110 + 110) + (2 \times 808)$ $= 2307mm$ D1 = 첫 번째 풀리의 직경 D2 = 두 번째 풀리의 직경 C = 풀리 중심간의 거리	2037mm

제 3 절 부품 선정

구분	제원
	<p>제품명 : DMC Roller chain #35                      제조사 : 대구체인                      판매처 : 대구체인                      특징 : 목표하중 30kg에 안전율 3으로 했을 때 30 X 3= 90kg을 견딜 수 있어야함                      가격 : 12,000*1=12000원</p>
체인	
	<p>제품명 : RS35-1B65T                      제조사 : 기아체인                      판매처 : 기아체인                      크기 : 외경 200mm 내경20mm                      가격 : 18,000*1=18,000원</p>
체인 기어	
	<p>제품명 : RS35-1B15T                      제조사 : 기아체인                      판매처 : 기아체인                      크기 : 외경 50mm 내경 20mm                      가격 : 2,500*1=2,500원</p>
체인 기어	



제품명 : 볼베어링  
 제조사 : 동아베어링  
 판매처 : 동아베어링  
 크기 : 내경 20mm, 외경32mm  
 가격 : 2500\*11=27500원

베어링



제품명 : 10인치 발포 바퀴  
 판매처 : 대진 종합 상사  
 크기 : 길이 26cm 폭 7.3cm  
 가격 : 10,000\*2=20,000원

바퀴



제품명 : 경량용 3인치 회전바퀴  
 판매처 : 대진 종합 상사  
 크기 : 길이 100mm 폭 32mm  
 가격 : 3500\*2=7000원

캐스터



제품명 : SSA1-50  
 판매처 : 기아체인  
 크기 : 외경 50mm 내경 20mm  
 가격 : 12,000\*2=24,000원

평 기어



제품명 : SSA1-100  
 판매처 : 기아체인  
 크기 : 외경 100mm 내경 20mm  
 가격 : 22,000\*2=44,000원

평 기어



제품명 : 평 벨트  
 판매처 : 한창 벨트  
 크기 : 폭 60mm 두께 4mm  
 가격 : 14,000원

평 벨트

#### 제 4 절 시제품 조립도

제 5 절 시제품 부품도



## 제 6 절 기구부 제작

### 4.6.1 제작 일정

	5월 3주차	4주차	5주차	6월 1주차	2주차
도면 작성	■				
부품 구매	■	■			
유니트 베어링 프레임 제작		■	■		
축, 바퀴 결합			■		
구동부, 운반부 결합				■	
수집부 결합				■	■
성능 평가				■	■

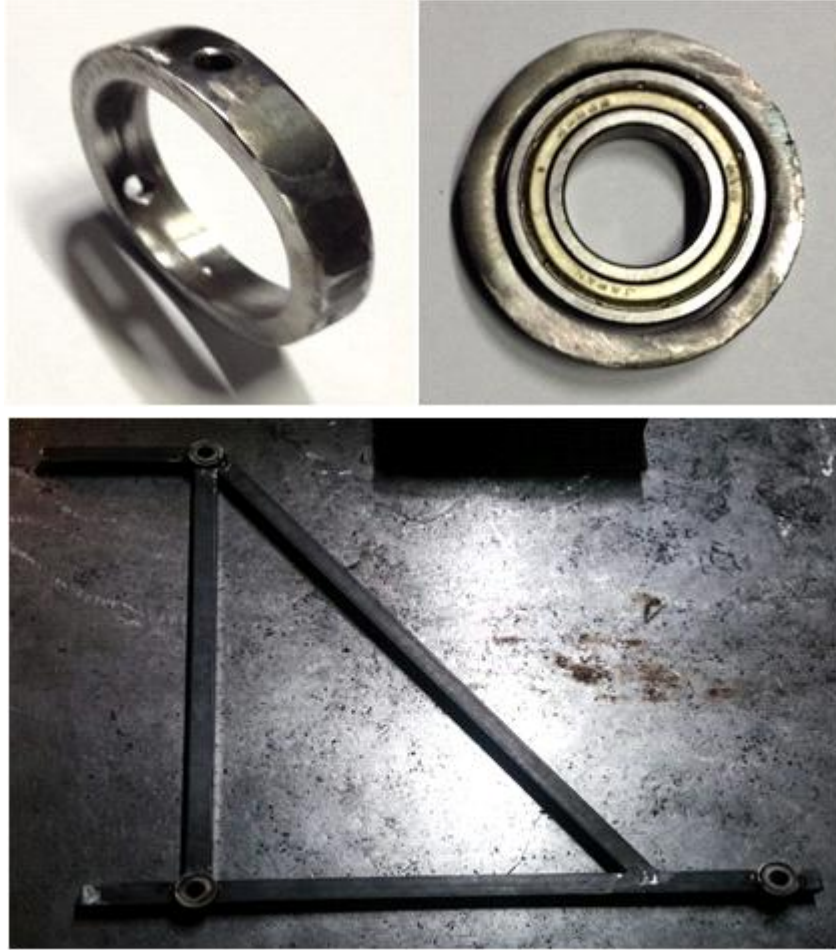
### 4.6.2 제작 과정

**프레임부**




사각파이프를 설계한 치수에 따라 절단하고 조립하여 Co2용접.  
글라인더를 이용하여 용접부의 돌출부를 매끄럽게 연마.

## 유니트 베어링 제작 및 결합



베어링을 프레임에 고정하기 위한 유니트 베어링 제작



베어링(내경 20mm, 외경 37mm)보다 큰 둥근 파이프 (내경 43mm)를 1cm 간격으로 절단



드릴로 3개의 탭 가공을 하여 무두볼트(5x5)를 이용해 고정



프레임부에 축 구멍 가공 후 베어링 용접, 부착

### 플랜지 방식을 이용한 축과 바퀴의 고정



본 과제 특성상 축과 바퀴는 고정이 되어 구동이 되어야 한다.  
하지만 시제품의 바퀴는 베어링이 삽입 된 상태로 유통이 되므로 이를 고정하기  
위해 플랜지 형식을 이용하여 바퀴와 축을 고정 하였다.

### 프레임부 조립 및 롤러 부착



전체적인 프레임 결합 후 뒷바퀴 축과 수집부 축에 스프라켓을 설치

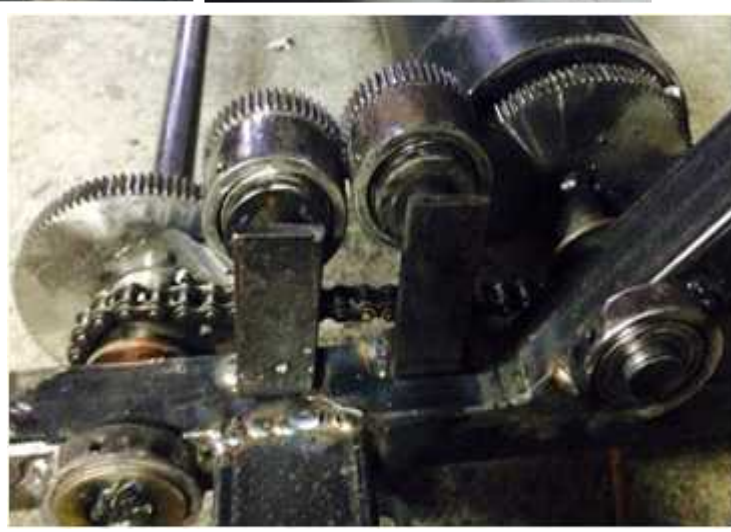


벨트 구동 롤러(D100)를 위 아래 설치



앞부분의 구동을 자유롭게 하기 위해 3인치 캐스터 바퀴를 설치

## 기어 고정을 위한 브라켓 제작 및 부착



프레임과 이격된 기어의 고정을 위한 브라켓 필요



기어와 등근 파이프(외경 48mm 내경 43mm) 내부 용접으로 일체화 시킴



유니트 베어링과 같은 형식으로 파이프와 축과 베어링을 무두볼트로 고정



기어 간의 이가 물리케 높이 조정 후 용접

## 평벨트 및 운반바구니 부착





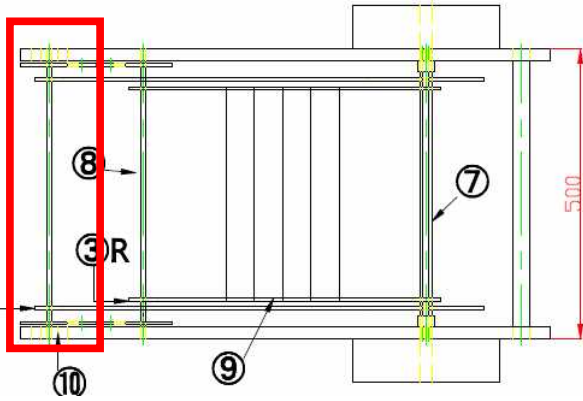

벨트를 롤러의 양 끝 쪽 60mm 여유를 두고 접시 머리 볼트를 이용하여 리벳 이음



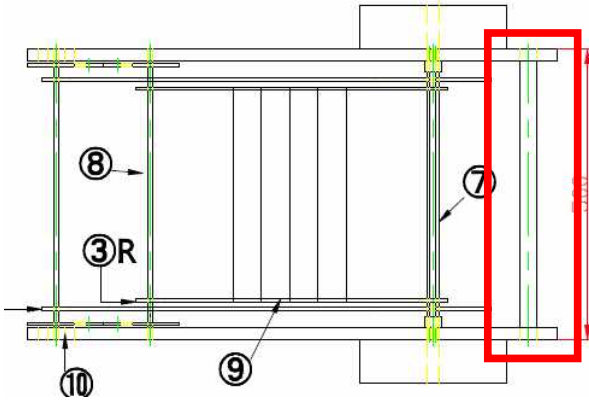
바구니와 벨트의 결합

### 4.6.3 설계 변경 사항

운반부 구동장치 변경	
	
변경 전 : 아타치먼트 체인	변경 후 : 평 벨트
변경 이유 : 아타치먼트 체인을 사용하여 바구니를 결합 하면 합석 재질의 운반 바구니의 무게를 견디기 위해 필요 이상 규격의 아타치먼트 체인이 필요로 한다. 그렇게 되면 무게나 가격측면에서 오버 설계가 되기 때문에 가격도 저렴하고 마찰계수가 높아 운반용으로 자주 쓰이는 평벨트로 변경하게 되었다.	

캐스터 위치 변경	
	
변경 전 : 프레임과 일직선 상	변경 후 : 프레임 측면에 부착
변경 이유 : 기존의 설계와 같이 프레임과 일직선상으로 배치할 시 수집부의 롤러 회전에 의해 바퀴의 구동이 원활 하지 않음.	

### 손잡이 변경



변경 전 : 프레임의 끝단에 위치

변경 후 : 프레임을 연장하여 부착

변경 이유 : 초기 설계 시 직경 50mm의 스프로킷과 아타치먼트 체인을 이용하여 바구니를 부착하려 하였으나 평 벨트 사용으로 직경 100mm 롤러를 사용하게 되어 손잡이 부분과 바구니 회전반경 사이의 공간이 부족함.

### 바구니 사이즈 변경



변경 전 : 길이 500mm



변경 후 : 길이 470mm

변경 이유 : 길이가 500mm 일 때 양쪽 프레임과의 유격이 적어 구동이 원활 하지 못하여 가운데 부분의 30mm 절단 후 용접

### 수집부 변경



#### 1차 : 스트립 브러쉬

재질 : 폴리프로필렌

장점 : 탄력성이 좋아 공 수집능력 우수.

단점 : 마모가 심하고 운반바구니와의 마찰이 심해 구동이 원활하지 않음.



#### 2차 : 합성고무 벨트

재질 : 합성고무

장점 : 공 수집능력 우수.

단점 : 탄력성 부족, 내구성 부족, 운반바구니와 마찰이 심함.



#### 3차 : 부직포 + 천

재질 : 부직포 + 천

장점 : 공 수집능력 우수

바구니와의 마찰 감소로 구동이 원활.



제 7 절 사양서

Product specification	
품명 및 모델명	테니스공 수거기
크기	999×610×840(mm)
무게	34kg
제조사	M.E.T
제조국	대한민국
Frame 재질	Steel
수입부 재질	부직포
기구 색상	Black, Green
예상가격	400,000원

## 제5장 성능평가

### 제 1 절 정량적 목표 평가

#### 5.1.1 평가 계획

평가 항목	목표	측정 방법	결과	달성률
총 중량	25kg	저울을 이용하여 측정	34kg	64%
제품 크기	915×500×886(mm)	줄자를 이용하여 측정	999×610×840(mm)	85%
최대 구동 속도	1.5 m/s	GPS를 이용하여 측정	1.2 m/s	80%
1회전 최대 수거량	20개	운반부가 1회 왕복회전을 하는 동안 수거되는 공의 양	16개	80%

#### 5.1.2 평가 결과 및 분석 결론

가공 중 초기 설계 했던 것과 다르게 베어링 등의 추가 부품이 더 들어갔으며, 초기 어태치먼트 체인 사용하여 운반부 제작을 하려 하였으나 운반바구니의 하중으로 인해 어태치먼트 체인의 적정 규격이 필요에 넘치게 커져 평 벨트로 제작하였다. 그로 인하여 평 벨트 풀리가 추가되며 무게 34kg으로 목표치를 넘었고, 운반바구니의 회전운동에 의한 손잡이 공간의 부족으로 크기가 999×610×840(mm)로 변경되었다.

최대구동속도 또한 기구 구동 중 벨트의 플래밍 현상으로 인하여 벨트가 정면에서 왼쪽으로 쏠려 운반바구니와 프레임의 부딪힘 및 체인과 체인기어의 맞물림에 있어 문제가 생겨 기구를 운전 시에는 구동속도 약 0.5m/s정도가 가장 적당하다.

## 제 2 절 자체 성능 평가

### 5.2.1 평가 사항 및 평가 계획

- 어느 정도 수준의 공 수거 능력을 보이는가?
- 손으로 수거 하는 것보다 얼마의 시간 감축을 보이는가?

평가항목	목표	평가(측정)방법	측정결과			시행횟수
수거 능력	100개 중 80개	①100개의 테니스공을 분산 후 1회 주행으로 수거되는 공의 양 측정 ②테니스코트, 흙바닥, 농구 코트 3가지 환경에서 측정	테니스 코트	79개	평균 81개	각 환경 3회씩 총 9회
				83개		
				85개		
			흙바닥	78개		
				79개		
				81개		
			농구 코트	77개		
				82개		
				80개		
시간 감축	50% 감축	100개의 공을 손으로 수거 할 때와 수거기를 이용 할 때의 시간을 측정한다.	인력	23분	평균 23분	3회씩
				25분		
				20분		
			기구	13분	평균 12분	
				11분		
				12분		

### 5.2.2 평가 결과 및 분석 결론

수거능력 : 각 환경의 수거율을 비교 해보자면 근소한 차이이지만 테니스 코트에서의 수거율이 82개로 가장 좋았다. 성능평가를 통해 분석해본 결과 작업환경에 크게 구애 받지 않고 목표치인 80개를 달성하였다.

시간감축 : 인력으로 공을 수거 할 때의 평균은 23분 기구로 수거할 때의 평균은 12분으로 감축률 약 50%를 달성하였다.

결론 : 전체적인 성능 평가에서 초기의 목표치에 준수하는 결과를 보였다. 하지만 수 집부와 운반반구니 사이의 공간 부족으로 인한 공 끼임 현상과 벨트의 플래밍 현상으로 인한 소음 및 벨트 유동은 해결해야 할 문제이다.

## 제6장 결론

### 제 1 절 결론

프로젝트 초기의 목표는 체인과 기어를 이용하여 간단한 기구적 설계를 통한 동력원이 필요 없는 테니스공 수거기를 최대 무게 25kg, 크기 915×500×886(mm), 최대 속도 1.5m/s에 도달하도록 설계하고 모든 제작과정을 직접 하는 것이었다. 학기 초의 팀워크 문제로 적지 않은 시간을 아이디어 선정에 매달렸었고 그 결과 시제품 제작이 늦어졌지만 늦은 만큼 다른 팀보다 더 발 빠르게 움직이고 열정을 가지고 프로젝트에 임했었다. 하지만 설계기술 미숙과 시간적 여유 부족으로 인해 초기의 목표에 못 미치는 부분이 없지 않아 있었다. 그 부분에서는 최대한 목표에 부합하기 위해 가격적인 측면이나 성능적인 측면을 고려하였고, 중점적으로 강조 했던 부분인 설계부터 제작까지의 단계를 학부과정에서 배운 공학적 지식(Auto CAD, 기계요소설계, 기계공작법, CATIA 등)을 활용하여 직접 하자는 소정의 목표를 이루었다는 것에 큰 의미를 둔다.

### 제 2 절 문제점 및 향후 계획

#### 문제점

- 체인과 기어로 인한 힘의 손실로 인해 첫 구동 시 적지 않은 힘이 든다.
- 공 수거 시 공 끼임 현상이 있다.
- 운반바구니 재질로 인해 공 튕김 현상이 있다.

항목	향후 계획
경량화	미숙한 설계로 인해 예상치 못한 부품들이 추가됨에 따라 무게가 증가 되었다. 향후에 기구부 사이즈 축소 제작과 부품들의 체계화를 통해 10kg 까지 경량화가 가능 할 것이다.
안정성 개선	초기 설계 시 수집부와 운반부의 간격을 가깝게 하여 공이 잘 타고 올라가게 하려 했었지만 이 것이 오히려 공이 끼는 현상을 초래했다. 또한 함석재질의 바구니로 인해 1m/s 이상의 속도로 수거 시 공이 바구니에 담기지 않고 튕기는 현상이 발생한다. 향후 수집부의 위치 변경과 운반바구니의 재질 변경을 통해 안정성을 추구 할 것이다.

### 제 3 절 고찰

이번 프로젝트를 통해 처음 경험해보는 기구 설계에서 제작까지의 모든 작업을 직접 경험을 하면서 미숙한 점도 많았고, 그로 인해 많은 시행착오를 겪었지만 그것을 하나 하나 해결해 나갔다는 점에서 뜻 깊은 프로젝트가 되었었다.

또한 정확하고 체계적인 설계의 중요성을 깨달았고 아무리 완벽한 이론적인 설계라고 할지라도 설계자와 실무자와의 의사소통의 중요성을 느꼈었다.

## [참고문헌]

- 기계 설계 이론과 실제 5판 홍장표 저 | 교보문고
- 공업 재료 가공학 Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid 저 김낙수 역 | Prentice Hall
- Auto CAD 2004 저자 : 정영효, 정해관, 한영욱 저 | 성안당