

# 접이식 자전거의 디자인요소 분석

## Analysis of Design Parameters of folding bicycle

\*김사엽<sup>1</sup>, #형준호<sup>1</sup>, 노종련<sup>1</sup>, 정경렬<sup>1</sup>  
 \*S.Y.Kim<sup>1</sup>, #J.H. Hyeong<sup>1</sup>, J.R.Roh<sup>1</sup>, K.R.Chung<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> 한국생산기술연구원 웰니스시스템개발단

Key words : Folding bicycle, Design parameter, design requirement

### 1. 서론

최근 자전거 이용이 늘어나고 국내 자전거 시장규모가 증가하고 있다. 정부에서는 녹색성장을 기조로 한 정책적 맥락으로 건강 증진과 환경보호 측면에서 유익한 점이 많은 자전거 이용을 장려하고 있다. 동시에 유가 상승과 심각한 주차난은 자전거가 교통수단으로서 대안이 될 수 있는 가능성을 보여준다. 특히 버스나 기차 등 기존의 대중교통 시스템도 자전거 이용을 배려하는 시설을 설치하고 있어 향후 교통수단으로서 자전거의 역할이 커질 것으로 기대된다. 이에 따라 휴대와 보관이 편리하도록 크기 및 중량을 줄인 소형 접이자전거의 수요가 크게 증가할 것으로 예상되고 있다. 이에 본 연구에서는 혁신적인 접이자전거 개발을 위해 접이식 자전거의 설계요소를 분석하여 보았다. 이는 접이식 자전거의 개발 시 단순히 하나의 아이디어에서 출발하는 것이 아니라 체계적으로 다양한 각도에서 고려해 볼 수 있도록 하여 혁신적인 접이자전거 개발에 기여할 것으로 보인다.

### 2. 접이식 자전거의 기능 요구사항

접이자전거의 기능요구사항을 분석하였다. 접이자전거는 일반적인 자전거의 기능에 사이즈 축소를 위한 접이기능이 추가된다. 동시에 접이 동작의 편리함, 접힌 상태에서 휴대 등 접이기능에 부가적인 기능들이 요구된다. Table 1은 이들 접이자전거의 기능요구사항을 보여준다.

Table 1 The requirement of folding bicycle

구분	기능요구사항(목표)	내용
일반적인 자전거의 기능 요구사항	주행성능	동력전달이 효율적이어야 한다. 핸들링이 안정적이고, 노면의 불균형에도 주행감각이 좋아야 한다.
	인체 적합성	프레임 치수나 인체접촉부위가 사용자에게 적합해야 한다.
	외형의 심미성	외형이 단순하고 심미적이어야 한다.
	구조적인 안전성	강도 및 내구성이 좋아야 한다.
	경량성	가벼워야 한다.
접이기능	합리적인 가격	가격이 합리적이어야 한다.
	부품 호환성	일반적인 부품과 호환이 이루어져야 한다.
	접이사이즈의 축소	접이 시 가로*세로*폭이 작아야 한다.
접이기능	접이동작의 간편성	접이동작이 단순하고 힘이 들지 않아야 한다. 힌지의 잠금과 풀림동작이 간편해야 한다.
	힌지의 안전성	힌지의 강도 및 내구성이 좋고 실수로 풀리지 않도록 안전장치가 있어야 한다.
	접힌 상태에서의 휴대성	접힌 상태에서 이동을 고려해 휴대성이 좋아야 한다.

위 Table 1에서 볼 수 있듯이 기능요구사항에 접이기능이 추가됨으로 인해 접이사이즈 축소를 고려함과 동시에 접이동작의 간편성, 접힌 상태에서의 휴대성 그리고 힌지의 안전성도 동시에 고려해야 한다. 이들 접이기능은 상황에 따라서 일반적인 자전거의 요구사항보다 우선시 될 수 있다. 예를 들어 접이사이즈 축소를 위해 휠사이즈(wheel size)를 줄이는 경우가 많다. 작은 휠사이즈는 주행성능을 떨어뜨리지만 그림에도 불구하고 대다수의 접이식 자전거가 20인치 이하의 작은 휠사이즈를 채택하는 것은 접이사이즈를 축소하기 위해서이다. 이처럼 접이식 자전거가 고려해야 할 기능요구사항을 정리하는 것은 접이식 자전거 개발의 시작이다.

### 3. 접이식 자전거의 구성

이제 접이식 자전거의 설계목표를 달성하기 위해 설계를 해야 할 설계요소를 분석하였다. 우선 자전거의 구성요소를 정의하였다. 일반적인 자전거의 경우 차체부, 조향장치, 구동부, 제동부, 시트부, 완충부로 구성되며 접이자전거의 특성상 힌지부가 추가된다. Table 2는 접이자전거의 구성요소를 보여준다.

Table 2 The composition of folding bicycle

구분	구성요소	세부 구성 부품
차체부	프레임(frame)	탑튜브, 다운튜브, 시스테이, 인스테이, 싯튜브, 헤드튜브
	포크(fork)	포크, 헤드튜브 결합 치구
조향장치	핸들바(Handle bar)	핸들 바(Handle bar)
	핸들 포스트(handle post)	스텝 (Stem)
	헤드셋 (Head set)	
주행장치	휠 셋 (Wheel set)	허브 (hub) 림(rim) 및 스포크(spork) 튜브(tube) 및 타이어(tire)
	크랭크셋	바텀브라켓 (Bottom bracket) 체인링(chain ring) 크랭크암(crank arm) 페달(pedal)
구동부	동력전달 장치	카세트(스프라켓)(cassette) 체인(chain)
	변속 장치	조작 레버 (gear lever) 드레일러(derailleur) 캘리퍼(caliper)
	제동부	제동장치(디스크방식) 로우터 (디스크) 브레이크레버(brake lever)
시트부	안장(saddle)	
	시트 포스트(seat post)	
완충부	전방 완충장치(front suspension)	
	후방 완충장치(rear suspension)	
접이 힌지부	회전 피벗(pivot)	
	잠금 장치(locking device)	

#### 4. 접이식 자전거의 설계변수

접이식 자전거의 모든 구성요소가 설계 시 고려해야 할 설계변수가 되는 것은 아니다. 오직 기능요구사항에 직접 영향을 미치는 구성요소만 설계변수로 고려될 수 있다. 예를 들어 휠셋(wheel set)의 폭과 지름은 접이 시 사이즈에 큰 영향을 미치지만 휠셋에서 타이어의 두께는 접이 시 사이즈에 큰 영향을 미치지 않는다. 제동장치 역시 접이 시 사이즈에 영향을 미치지 않기 때문에 설계변수가 될 수 없다. 한편 한 개의 피벗이 접이사이즈에 직접 영향을 미치는 것이 아니라 모든 피벗의 작동을 통해 결정되는 접이원리가 접이사이즈에 영향을 미친다. 이처럼 설계요구사항의 특정 항목에 관련된 구성요소가 설계변수가 될 수 있다. Table 3은 접이자전거의 설계목표와 관련된 설계변수 항목을 도출한 것이다. 품질기능전개기법을 응용하여 기능요구사항과 관련이 있는 구성요소를 체크한 후 관련된 구성요소를 기입하는 방식으로 작성된 것이다. 따라서 특정 기능요구사항에 영향을 미치는 설계변수를 쉽게 확인할 수 있다. 결과적으로 이 표를 통해 목표로 정한 접이식 자전거를 설계하기 위해 어떤 설계변수를 변화시키면 되는지를 쉽게 알 수 있다.

한편 어떤 설계변수들은 서로 다른 기능요구사항에 관련을 맺기 때문에 특정요구사항을 만족시키도록 설계하면 다른 기능요구사항은 불만족 되는 경우가 있다. 예를 들어 설계변수에서 ‘힌지의 위치와 개수’는 ‘접이사이즈 축소’, ‘접이동작의 간편성’ 그리고 ‘구조적 안전성’에 동시에 관련된다. 힌지의 개수를 증가시키면 접이사이즈는 줄어들지만 그 만큼 접이동작은 불편하고 접이구조는 불안정하게 된다. 이는 어떤 기능요구사항을

Table 3 The design parameter of folding bicycle

기능요구사항(목표)	설계변수
주행성능	휠사이즈
	헤드튜브 오프셋
	변속장치의 유무
	제동장치의 성능
	차체의 강성
인체 적합성	중량
	안장 높이
	시튜브 각도
	핸들-안장사이 거리
외형의 심미성	핸들바 길이
	완충장치의 유무
	간결한 프레임 형태
구조적 안전성	구성요소의 조화
	접이원리
	재료
경량성	프레임 구조
	힌지의 위치
합리적인 가격	힌지의 개수
	재료
부품 호환성	프레임 구조
	재료 및 생산공정
	부품
	바텀브라켓 치수(크랭크셋 호환)
	포크 구조(전방 휠 호환)
접이사이즈의 축소	체인스테이 구조(후방 휠 호환)
	헤드셋(핸들포스트 및 핸들바 호환)
	접이원리(힌지의 위치 및 개수)
	휠사이즈
접이동작의 간편성	포크의 편축 여부
	체인스테이의 편축 여부
	힌지의 위치
힌지의 안전성	힌지의 개수
	잠금장치
접힌 상태에서의 휴대성	힌지의 구조
	잠금장치
	접이원리

중요하게 생각하느냐에 따라 설계변수의 설계의 방향이 달라질 수 있음을 말해준다. 접이자전거임에도 불구하고 주행성능과 구조적 안전성을 더욱 중요시 할 수도 있고 또는 접이사이즈의 축소를 더욱 중요시할 수도 있다. 이들은 개별 개발프로젝트에서 사용자 타겟과 목표시장에 따라 결정될 사항이며 그에 따라 설계변수들의 설계방향이 일관성 있게 결정될 것이다.

#### 5. 결론

접이식 자전거의 개발은 일반 자전거의 개발과는 현저한 차이가 있다. 접이구조가 접목되어 많은 요구사항과 설계변수를 동시에 고려해야만 한다. 현재 대만에서는 개최하는 국제자전거디자인공모전에 많은 접이식 자전거가 출품되고 있다. 그러나 대부분은 뛰어난 아이디어에서 출발하여 아이디어를 극대화해서 디자인을 전개할 뿐 자전거로서 갖추어야 할 다양한 기능요구사항들을 조화롭게 고려하지 않는 경향이 있다. 반면 자전거 업계에서는 혁신적인 접이자전거를 출시하는 경우가 많지 않고 프레임의 중간을 반으로 접는 접이방식이 주로 생산되고 있다. 이는 생산성과 가격여건이라는 현실을 고려하여 선택된 결과라 여겨진다. 한편 접이식 자전거의 설계변수 중 혁신을 일으킬 수 있는 가장 중 가장 중요한 변수는 힌지의 개수와 위치로 결정되는 접이원리이다. 접이원리는 외형의 심미성, 구조적 안전성, 접이사이즈의 축소, 접이동작의 간편성, 접힌상태의 휴대성에 공통적으로 영향을 미치기 때문에 혁신적인 접이원리의 도출을 위해서는 많은 관련된 기능요구사항과 설계변수들을 체계적으로 검토하여야 한다. 많은 제약여건들을 고려하는 것은 혁신과는 거리가 먼 것처럼 느껴지나 다양한 설계의 가능성을 하나하나 검토해 나간다는 의미에서 쉽게 생각할 수 없는 혁신적인 아이디어를 찾아낼 수 있는 가능성을 높이는 과정이라 여겨진다. 따라서 접이식 자전거의 개발과정에서 기능요구사항과 설계변수를 체계적으로 검토하는 디자인요소 분석 과정은 중요하다고 할 수 있다.

#### 후기

본 연구는 지식경제부의 고부가가치자전거기술개발사업의 지원으로 이루어졌습니다.

#### 참고문헌

1. K.R.Chung, J.H.Hyeong, C. Choi, S.Y.Kim, K.S.Hong, "A study on the strategic design for the promotion of bicycle use" IASDR 2009 proceedings, p.238, 2009
2. 유수정, "직장여성을 위한 근거리용 접이식 자전거 디자인 연구" 홍익대학교 대학원석사학위논문, 2009
3. 왕담, "자전거 활성화 증진을 위한 휴대형 접이식 자전거 디자인에 관한 연구:중국 시장을 대상으로", 동서대학교 대학원 석사학위논문, 2009
4. 원종성, 탁태오, 김래겸, 백광열, "자전거-운전자 상호작용을 고려한 주행 안정성해석", 대한기계학회 추계학술대회발표자료집, pp.849-851.,2009