〈학술논문〉 DOI:10.3795/KSME-A.2009.33.3.269

트리즈와 공리적 설계를 이용한 새로운 자전거용 자동변속장치의 개념설계에 대한 연구

이 건 상† · 최 준 호*

(2008 년 12 월 26 일 접수, 2009 년 1 월 30 일 수정, 2009 년 2 월 16 일 심사완료)

A Conceptual Design of New Automatic Bicycle Transmission by TRIZ and Design Axiom

Kun Sang Lee and Jun Ho Choi

Key Words : Automatic Bicycle Transmission(자전거용 자동변속기), Transmission Shock(변속충격), Power Loss(동력손실), TRIZ(트리즈), Axiomatic Design(공리적 설계)

Abstract

This paper represents a study on the conceptual design of new automatic bicycle transmission. The gear change in a commercial bicycle is carried out by moving the chain between sprockets. By the use of a multiple sprocket for speed change the power loss and transmission shock may occur. To solve the problem of bicycle transmission, the improved solution was derived by the technical contradiction matrix of TRIZ. The conceptual solution is one sprocket which replaces the function of multiple sprockets and adapts actively to the pitch of chain. And it was confirmed to be an adequate design through the Independence Axiom of design axiom.

1. 서 론

환경친화적 삶의 방식이 세계적인 이슈로 등장하게 되면서 자전거의 이용률이 높아지고 있다. 더욱이 대한민국 정부는 2009 년 들어오면서 서울 강남 테헤란로를 비롯한 대도시 주요도로 중앙분리선이나 녹지 위에 높이 4m 고가도로 식으로 원통 터널형 자전거 전용도로를 짓겠다고 발표를 하여 레저용뿐 아니라 교통수단으로서도 이용률이 더욱 증가할 것이다.

그러나 자전거를 구성하는 부품들의 작동원리 측면에서는 혁신적인 발전이 이루어지지 않았다. 본 논문에서는 기존의 자전거용 다단변속기를 연구 대상으로 선정하여 그 작동원리를 획기적으로 개선하고자 시도하였다. 자전거의 다단변속기를 구성하는 부품과 그 구조를 살펴보았다.

Fig. 1 에는 자전거의 동력전달과 관련된 주요 부품을, Fig. 2 에는 자전거 변속장치의 변속방법에 대하여 간략하게 나타냈다.

앞의 기어는 한 방향으로는 자유롭게 회전하나, 다른 방향으로는 그렇지 못하다. 뒤의 기어는 지름이 서로 다른 몇 개의 스프라켓으로 구성되어 있다. 기어를 바꾸기 위해서는 다단변속기어(derailleur)가 필요하다. 다단변속기어(derailleur)의 암(arm)과 작은 톱니는 체인에 인장력을 주기 위한 것이다. 작은 톱니와 암(arm)은 스프링에 연결되어 있어서 작은 톱니가 항상 뒤로 잡아당기고 있다. 자전거의 뒤 허브 축에 있는 다단변속기어(derailleur)는 큰 동력이 필요할 때는 체인을 작은 스프라켓에서 큰 스프라켓으로 이동시켜 사람이 페달을 밟는 힘이 적게 필요하도록 한다. 또한 적은 동력으로도 가능할 때는 체인을 큰 스프라켓에서 작은 스프라켓으로 이동시켜 주행 속도를 높일

[이 논문은 대한기계학회 2008 년도 추계학술대회(2008. 11.5.-7. 용평리조트) 발표논문임]

† 책임저자, 회원, 국민대학교 기계자동차공학부
E-mail : kslee@kookmin.ac.kr
TEL : (02)910-4717 FAX : (02)910-4718
* 국민대학교 자동차공학전문대학원

(a) rear derailleur (b) rear wheel (c) chain wheel

Fig. 1 Components for a bicycle drive train [1]

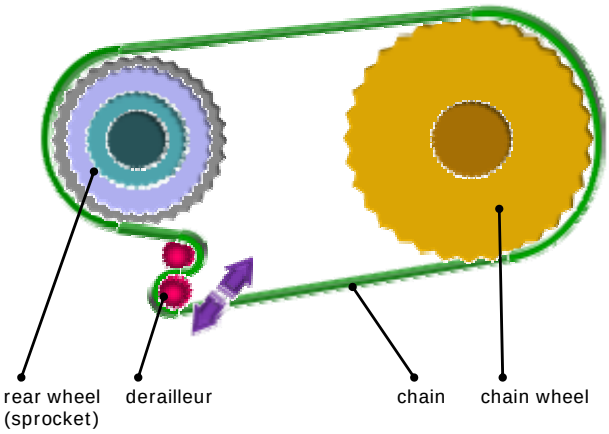


Fig. 2 Concept of a bicycle gear change

수 있게 한다. 즉 이러한 구조에서는 체인을 다른 스프라켓으로 이동시켜 변속기능을 수행하게 된다.

이때 스프라켓의 피치원이 서로 다르므로 일시적으로 체인이 동력을 전달하지 못하는 "미끄럼 현상" 을 일으켜 "동력손실 및 변속충격" 이라는 문제가 발생한다.

자전거용 무단 변속장치에 관한 연구로는 '자전거의 무체인 무단 변속장치'(대한민국 공개특허 10-2008-0008439, 출원일자 2008 년 01 월 04 일), '반구면 무단변속장치'(대한민국 등록특허 10-0799542, 출원일자 2007 년 09 월 03 일) 등이 있는데, 이것들은 수동으로 작동되는 것이다.

자전거용 자동변속장치에 관한 연구로는 '자전거 변속장치'(대한민국 공개특허 10-2007-0114636, 출원일자 2007 년 05 월 22 일), '다단 기어자전거의 자동변속기'(대한민국 등록특허 10-0822308, 출원일자 2006 년 06 월 02 일), '자동 무단 변속기'(대한민국 등록특허 10-0767461, 출원일자 2005 년 09 월 21 일) 등이 있는데, 이것들은 매우 복잡한 구조를 가지고 있다.

따라서 기존의 자전거용 체인을 사용하는 것을 전제로 자전거용 다단 스프라켓의 문제점을 개선하기 위해서 "동력손실 및 변속충격 없는 자전거용 변속장치"를 개발하고자 한다. 이때 변속기는 변속을 위해 별도의 에너지를 필요로 하지 않는 단순한 구조를 갖는 것이어야 한다.

기존의 다단 스프라켓으로 구성되어 있는 자전거의 변속장치가 갖고 있는 문제점을 개선하기 위해 트리즈[2~4] (TRIZ, Teoriya Reshniya Izobretatelskikh Zadatch, 창의적 문제해결 이론)의 모순행렬표와 발명의 원리를 이용하여 개선안을 도출하고, 도출된 개선안이 설계공리의 독립공리[5]를 만족하는지를 알아보고자 한다.

2. 모순행렬을 이용한 해결안 탐색

트리즈(TRIZ)는 창의적 문제해결이론이라는 뜻을 가진 러시아어의 머리글자로서 1946 년부터 구소련의 알트슐러(Altshuller)에 의해서 처음으로 연구되기 시작한 이론이다. 트리즈는 150 만 건의 특허를 분석하여 얻어진 발명 정보를 이용하여 문제를 해결하는 이론이다.

트리즈는 문제 해결을 위한 여러 가지 모듈을 갖고 있으며 본 논문의 경우에도 여러 가지 모듈을 적용해서 문제해결을 시도할 수 있으나, 여기서는 모순행렬과 해결안 원리를 이용하였다.

트리즈의 모순행렬표는 수십만 건의 특허를 분석하여, 개선되어야 할 사항과 개선에 따라 악화되는 사항을 변수(engineering parameters)로 하는 해결안원리를 정리한 것이다. 트리즈에서는 39 개의 변수를 정의하고 있으며, 40 개의 해결안원리(또는 발명원리)를 제안하고 있다.

해결안원리를 탐색하기 위해 트리즈의 문제해결 방법 중의 하나인 모순행렬을 활용하기 위해 모순을 정의하여야 한다. 트리즈에서 모순[2,3,4] 이란 하나의 시스템에 부여된 상반되는 요구사항으로 하나의 특성을 향상시키면 다른 특성이 나빠지는 현상을 말한다.

모순행렬을 활용하기 위해 기술적 모순을 정의하면 다음과 같다. "변속을 위해 한정된 수의 다단 스프라켓을 이용한 결과 미끄럼 현상에 의한 변속충격과 에너지 손실이 발생한다." 모순에 나

타난 특성은 “변속을 위해 다단 스프라켓을 사용함”과 “동력손실과 변속충격이 발생함”으로 정리할 수 있다. 특성 “변속을 위해 다단 스프라켓을 사용함”은 “에너지 손실의 감소”를 의미하며, 개선되어야 할 사항이다. 이는 변수 22 번에 해당한다. 또한 특성 “동력손실과 변속충격이 발생함”은 “생산성의 저하”를 의미하며, 이는 악화되는 사항이다. 이는 변수 39 번에 해당한다.

위에서 찾은 변수를 모순행렬표(Table 1)에 적용하면, 이 모순을 극복할 수 있는 원리들을 찾을 수 있다. 이 원리들을 응용하여 도출된 가능한 해결안원리를 Table 2 에 제안하였다.

이와 같이 본 논문에서는 해결안을 도출하기 위한 시작점으로 모순행렬에서 제안한 발명원리를 사용하였다. 이러한 문제해결 방법은 트리즈와 공리적 설계의 관계를 적절히 정리한 논문[6]에서도 확인할 수 있었다. 이 논문에 따르면 본 논문의 설계개선 예는 “기술적 모순형 연성설계(AD4)”로 분류될 수 있고, 이러한 경우에는 모순행렬과 그에 따른 발명의 원리를 이용하면 해결안 도출에 비교적 용이하게 접근할 수 있다고 한다.

Table 2 에서 제안한 원리(궁극적으로 피치원 직경의 변화를 의미함)를 구체화하여 발전시키면

Table 1 Technical contradiction matrix [2,3,4]

Feature to Improve \ Degraded Feature (Conflict)			Engineering parameters					
			1	2	…	22	…	39
			Weight of moving object	Weight of non-moving object	…	Waste of Energy	…	Produc-tivity
Engineering parameters	1	Weight of moving object			…	2, 6, 19, 34	…	3, 24, 35, 37
	2	Weight of nonmoving object			…	15, 18, 19, 28	…	1, 15, 28, 35
	…	…	…	…	…	…	…	…
	22	Waste of Energy	6, 15, 19, 28	6, 9, 18, 19	…		…	10, 28, 29, 35
	…	…	…	…	…	…	…	…
	39	Productivity	24, 26, 35, 37	3, 15, 27, 28	…	10, 28, 29, 35	…	

No.	Inventive Principles
10	Preliminary Action
28	Mechanics Substitution
29	Pneumatics and hydraulics
35	Parameter changes

Table 2 Suggested solution principles by the contradiction matrix

Inventive Principles[3]	Use of principle in POM activities[4] (POM: Production and Operation Management)	Proposed possible solution principles by Authors
[10] Preliminary Action	Perform, before it is needed, the required change of an object or system.	- Using many different chains preset the chain to be moved on the sprocket. → (1)
[28] Mechanics Substitution	Use electric, magnetic and electromagnetic fields to interact with the object or system.	- Use the change of chain tension. → (2)
[29] Pneumatics and hydraulics	Use gas and liquid parts/components of an object or system instead of solid parts	- Use the variable diameter of sprocket which is made of elastic material. → (3)
[35] Parameter changes	Change the degree of flexibility and the temperature.	- Through the variable sprocket change the degree of flexibility. → (3)

다음과 같다.

(1) 미리 체인을 걸어 놓는다
=> 이동시간의 낭비 없이 체인을 바로 이동시키기 위해서는 피치원 직경이 변하도록 하면 된다.
(2) 체인의 장력 변화를 이용
=> 체인의 장력변화에 따라 스프링과 캠이 반응하도록 하여 피치원 직경이 변하도록 한다.
(3) 스프라켓의 피치원 직경이 변할 수 있게
=> 피치원 직경의 변화 외에 체인의 피치와 맞출 수 있는 기어 구조가 필요하다.

모순행렬표에 의하여 도출된 개념적 해결안들 중에서 유사하고 중복되는 개념을 종합하여 다음과 같은 개념적 해결안을 도출할 수 있다.

"하나의 스프라켓으로 다단 스프라켓의 역할을 대신할 수 있으며, 체인의 피치에 능동적으로 대처하는 가변 스프라켓".

이러한 개념적 해결안을 구체화시킨 최종 해결안 중의 하나를 Fig. 3 에 나타내고 있다.

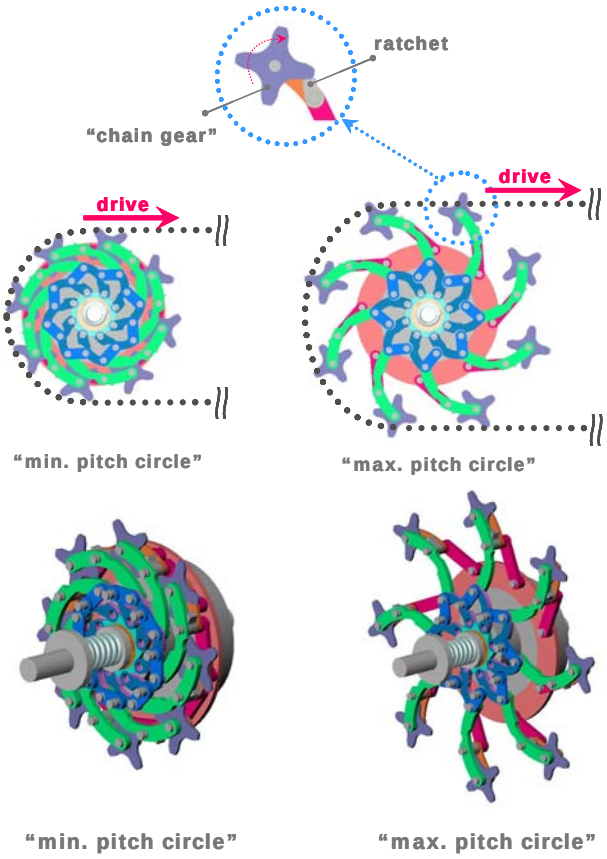


Fig. 3 The final conceptual design of a bicycle transmission: 'Chain gear' is defined as a small gear which has a contact with chain

3. 설계공리에 의한 개념안 평가

설계공리에는 독립공리와 정보공리의 두 가지 공리가 포함되어 있다. 독립공리는 설계과정 중 기능적 영역의 기능요구사항을 물리적 영역의 설계변수로 구체화하는 사상과정 속에서, 특정한 설계변수가 변경될 때 오직 관련된 기능요구사항만 영향을 받도록 정의해야 한다는 것을 의미한다.

정보공리는 독립공리를 만족하는 모든 설계 중에서 최소한의 정보량을 갖는 설계가 가장 좋은 설계라는 것을 의미한다.[7]

트리즈를 이용하여 도출된 새로운 해결안을 독립공리의 관점에서 판단하면 해결안의 좋고 나쁨을 평가할 수 있다.

3.1 기존의 상용 자전거용 변속장치

전형적인 자전거용 변속장치를 평가하기 위하여 기존의 자전거용 변속장치에 대한 기능요구조건(FRs: Functional Requirements)과 이에 대응되는 설계변수(DPs: Design Parameters)를 정의하면 다음과 같다.

FR_1 = 체인을 사용하여 토크를 전달할 것(T)
FR_2 = 입력대비 출력 토크를 변경시킬 수 있을 것(C)
FR_3 = 체인의 처짐이 없을 것(D)
FR_4 = 토크 크기 변경 시 동력 손실을 최소화할 것(L)
FR_5 = 토크의 크기 변경 시 토크 전달 충격을 최소화할 것(I)

DP_1 = 스프라켓의 형상을 이용하여 토크를 전달할 수 있는 스프라켓의 강성(S)
DP_2 = 토크의 크기를 변경하여 토크를 전달하기 위한, 직경이 다른 스프라켓 반경(R)
DP_3 = 체인 가이드 스프링의 탄성력(E)
DP_4 = 인접 스프라켓 간의 간격(O)
DP_5 = 인접 스프라켓 간의 직경 변화율(P)

설계변수 DP_1의 스프라켓 강성(S)은 토크를 전달하는 과정에서 발생되는 체인의 장력을 충분히 이겨 낼 수 있어야 한다. 만약 충분한 스프라켓 강성(S)이 존재하지 않는다면 체인을 통한 토크전달은 불가능하다는 것은 자명한 사실이다. 그러나 스프라켓 강성(S)은 나머지 기능요구조건과는 무관하다.

현재의 자전거용 변속장치에서 출력토크를 변화시킬 수 있는 것(C)은 직경이 다른 다단 스프라켓(DP_2의R)을 사용하기 때문이다.

DP_3의 체인의 처짐(D)을 방지하기 위해 체인 가이드를 설치하는데 체인 가이드의 성능은 체인 가이드의 스프링의 탄성력(E)에 좌우된다.

DP_4의 인접 스프라켓 간의 간격(O)이 넓을수록 체인이 하나의 스프라켓에서 다른 스프라켓으로 옮겨 가는 과정에서 많은 동력손실과 변속충격을 발생시킨다.

또한, DP_5의 인접 스프라켓 간의 직경 변화율(P)도 직경 변화율이 클수록 체인이 하나의 스프라켓에서 다른 스프라켓으로 옮겨 가는 과정에서 많은 동력손실과 변속충격을 발생시킨다.

기능요구조건(FRs)와 설계변수(DPs) 사이의 관계를 표현하면 다음과 같다.[5]

$$\{FR\} = [A]\{DP\} \quad \begin{Bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ FR_3 \\ FR_4 \\ FR_5 \end{Bmatrix} = [A] \begin{Bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ DP_3 \\ DP_4 \\ DP_5 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

$$A_{ij} = \frac{\partial FR_i}{\partial DP_j} \quad (2)$$

이때 식 (2)의 [A]를 설계행렬이라 하며, 이것은 제품설계의 특성을 결정한다.

기존의 상용 자전거용 변속기에 대한 설계행렬 [A]는 다음과 같이 식 (3)으로 표현된다.

$$[A] = \begin{bmatrix} \frac{\partial T}{\partial S} & \frac{\partial T}{\partial R} & \frac{\partial T}{\partial E} & \frac{\partial T}{\partial O} & \frac{\partial T}{\partial P} \\ \frac{\partial C}{\partial S} & \frac{\partial C}{\partial R} & \frac{\partial C}{\partial E} & \frac{\partial C}{\partial O} & \frac{\partial C}{\partial P} \\ \frac{\partial D}{\partial S} & \frac{\partial D}{\partial R} & \frac{\partial D}{\partial E} & \frac{\partial D}{\partial O} & \frac{\partial D}{\partial P} \\ \frac{\partial L}{\partial S} & \frac{\partial L}{\partial R} & \frac{\partial L}{\partial E} & \frac{\partial L}{\partial O} & \frac{\partial L}{\partial P} \\ \frac{\partial I}{\partial S} & \frac{\partial I}{\partial R} & \frac{\partial I}{\partial E} & \frac{\partial I}{\partial O} & \frac{\partial I}{\partial P} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \times & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \times & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \times & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \times & \times \\ 0 & 0 & 0 & \times & \times \end{bmatrix} \quad (3)$$

이러한 FRs와 DPs의 관계에 있어서 의존관계가 있으면 x, 없으면 o으로 설계행렬 [A]를 표현한다. 위의 설계행렬 [A]로부터 현재의 상용 자전거용 변속장치는 연성설계이며, 독립공리를 만족시키지 못하는 것을 알 수 있다. 독립공리에 따르면 좋은 설계는 항상 FRs의 독립성을 유지한다고 알려져 있다.[5]

3.2 본 논문에서 제안한 자전거용 자동변속장치

트리즈의 모순행렬을 통해 얻어진 개념안에 대한 5 개의 기능요구조건 중 FR_1, FR_2, FR_3 및 FR_4는 상용자전거 변속기의 그것과 동일하다. 그러나 새로운 변속기에서는 토크 크기의 변경 시에 충격이 발생하는 것이 아니므로 기능요구조건 FR_5는 변경되어야 한다.

새로운 기능요구사항 FR_5'는 "토크 전달 충격을 최소화할 것(J)"으로 바뀌어야 한다.

FR_1 = 체인을 사용하여 토크를 전달할 것(T)
FR_2 = 입력대비 출력 토크를 변경시킬 수 있을 것(C)
FR_3 = 체인의 처짐이 없을 것(D)
FR_4 = 토크 크기 변경 시 동력 손실을 최소화할 것(L)
FR_5' = 토크 전달 시 토크 전달 충격을 최소화할 것(J)

위의 기능요구조건 FR_1, FR_2, FR_3을 만족하기 위한 새로운 설계변수 DP_1', DP_2', DP_3'는 상용 자전거변속기의 설계변수와 동일하다.

그러나 새로운 변속기에서는 단지 하나의 스프라켓을 사용하므로 설계변수 "DP_4 = 스프라켓 간의 간격(O)"의 값은 항상 0 이 된다. 또한 스프라켓의 지름이 연속적으로 변화하기 때문에 속도변화 시 "DP_5 = 인접 스프라켓 간의 직경 변화율(P)"의 값은 0 에 수렴하게 된다.

따라서 FR_4와 FR_5, 에 대응되는 새로운 설계변수 DP_4' 와 DP_5' 를 찾아야 한다. 이러한 조건을 만족하는 설계변수의 새로운 세트 DP_S' 는 다음과 같다:

$DP_1' = DP_1$ = 스프라켓 형상으로 토크를 전달할 수 있는 강성(S)
$DP_2' = DP_2$ = 토크 크기를 변경하여 토크를 전달할 때 직경이 다른 스프라켓(R)
$DP_3' = DP_3$ = 체인 가이드 스프링의 탄성력(E)
DP_4' = 체인과 맞물릴 수 있는(또는 실제 동력전달에 가담할 수 있는) 체인기어의 이수 (G)
DP_5' = 체인기어의 개수 (N)

실제로 변경된 DP_S' 는 DP_4' 와 DP_5' 이다.

DP_4' 는 실제 동력전달에 가담할 수 있는 체인기어의 이수(G)로서, 이것은 동력 손실(L)과 관계가 있다. 체인 기어의 이수(G)가 적당하면 체인과

의 이물림을 부드럽게 한다. 스프라켓의 지름이 변화하는 동안에도 체인기어와 체인의 이물림 상태는 항상 지속되어야 한다.

스프라켓의 지름이 가장 작은 상태일 때에는 체인기어의 이와 체인이 잘 맞물려 있다. 그러나 체인의 장력이 증가하면서 스프라켓의 지름이 증가하게 된다. 스프라켓의 지름이 증가하는 동안 체인기어의 이가 체인과 잘 맞물리지 않으면 체인이 체인기어 위로 미끄러질 수 있다. 체인기어의 이가 체인과 제대로 맞물려 돌아갈 때까지 동력전달 손실이 발생한다. 체인기어의 이수가 충분히 많으면 체인기어가 체인과 맞물려 돌아갈 확률이 커지므로 동력손실이 감소하게 된다. Fig. 4 에서는 스프라켓의 크기가 변화하는 동안, 이수가 4 개인 체인기어와 체인 사이의 양호한 맞물림 상태를 보여준다. 이때 화살표는 체인과 맞물린 체인기어가 이동하는 경로를 나타낸다.

체인의 치수는 표준규격으로 정해져 있으므로, 체인기어의 개수와 그 이수는 체인의 치수에 맞추어야 한다. DP_5'는 체인기어의 개수(N)이다.

Fig. 5(a)에서는 체인기어가 세 개인 극단적인 경우를 보여주고 있다.

스프라켓이 회전하는 동안, 체인과 분리되기 직전의 체인기어의 위치는 1 → 1′ → 2 → 1 과 같다. 체인기어가 위치 1 → 1′로 이동하는 동안에는 체인이 점진적으로 움직인다. 체인기어가 위치 1′ → 2 로 이동하는 동안, 체인이 위치 1′에서 체인기어로부터 분리되면서 위치 2 로 매우 급속히 충격적으로 이동한다. 체인기어가 위치 2 → 1 로 이동하는 동안에는 체인이 다시 점진적으로 움직인다. 체인기어가 위치 1′ → 2 로 이동하는 동안에 발생하는 동력전달 충격은 체인기어의 개수가 증가하면 감소하게 된다. Fig. 5(b)에서는 체인기어가 8 개인 경우의 예를 나타낸다. 즉 체인기어의 이수가 증가하면 동력손실이 줄어들고, 체인기어의 개수가 증가하면 동력전달 충격이 감소된다.

트리즈의 모순행렬을 통해 얻은 새로운 변속기 개념안에 대한 기능요구조건(FRs)과 설계변수(DPs) 사이의 관계는 식 (4)와 같다.

$$\{FR'\} = [A']\{DP'\} \begin{Bmatrix} FR_1' \\ FR_2' \\ FR_3' \\ FR_4' \\ FR_5' \end{Bmatrix} = [A'] \begin{Bmatrix} DP_1' \\ DP_2' \\ DP_3' \\ DP_4' \\ DP_5' \end{Bmatrix} \quad (4)$$

따라서 본 논문에서 제안한 자전거용 자동변속장치에 대한 설계행렬 $[A']$는 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

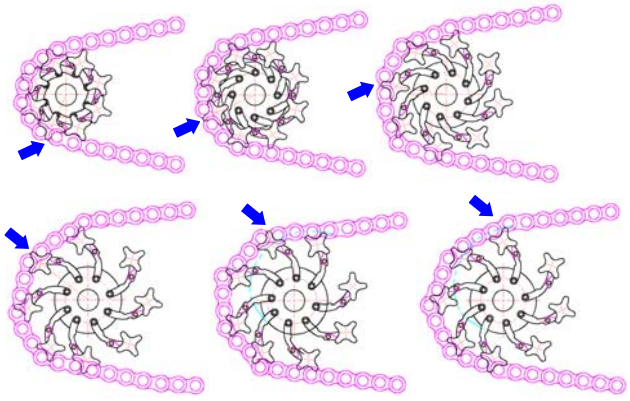
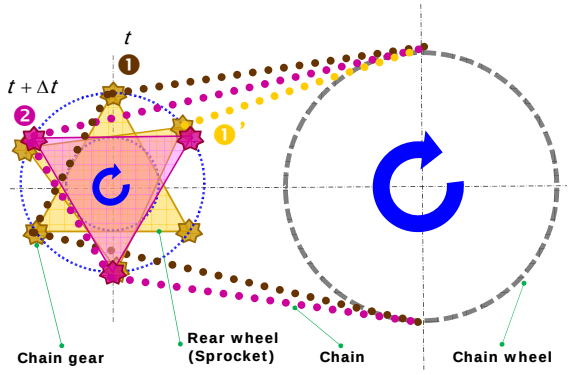
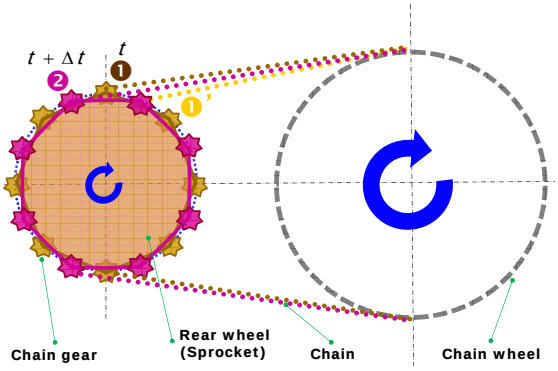


Fig. 4 Engagement between chain and chain gear



(a) The number of chain gear is three.



(b) The number of chain gear is eight.

Fig. 5 The power transmission shock due to the number of chain gear

$$[A] = \begin{bmatrix} \frac{\partial T}{\partial S} & \frac{\partial T}{\partial R} & \frac{\partial T}{\partial E} & \frac{\partial T}{\partial G} & \frac{\partial T}{\partial V} \\ \frac{\partial C}{\partial S} & \frac{\partial C}{\partial R} & \frac{\partial C}{\partial E} & \frac{\partial C}{\partial G} & \frac{\partial C}{\partial V} \\ \frac{\partial D}{\partial S} & \frac{\partial D}{\partial R} & \frac{\partial D}{\partial E} & \frac{\partial D}{\partial G} & \frac{\partial D}{\partial V} \\ \frac{\partial L}{\partial S} & \frac{\partial L}{\partial R} & \frac{\partial L}{\partial E} & \frac{\partial L}{\partial G} & \frac{\partial L}{\partial V} \\ \frac{\partial I}{\partial S} & \frac{\partial I}{\partial R} & \frac{\partial I}{\partial E} & \frac{\partial I}{\partial G} & \frac{\partial I}{\partial V} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \times & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \times & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \times & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \times & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \times \end{bmatrix} \quad (5)$$

이상에서와 같이 트리즈의 모순 행렬을 통해 얻어진 개념안은 기능요구조건(FRs)에 대한 설계변수 (DP')와 설계행렬 $[A']$로부터 공리적 설계의 독립공리를 만족시키는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 기존의 자전거용 변속장치의 문제점을 분석하고, 트리즈의 모순행렬을 이용하여 새로운 개념적 해결안을 도출하였다. 이렇게 도출된 개념적 해결안은 체인의 피치에 능동적으로 대처하는 가변 스프라켓이다. 이것은 현재 사용되고 있는 자전거용 다단변속장치의 다단스프라켓에서 스프라켓 간의 간격을 0 으로 만들고, 인접 스프라켓 간의 반경 변화율을 0 에 수렴하게 만든 것이다. 이때 공리적 설계의 독립공리를 만족하는 기능요구조건(FRs)에 대한 새로운 설계변수(DPs)를 생성하였다.

또한 문제에 대한 모순을 정의하였는데, 모순이 존재한다는 것은 연성설계라는 것을 의미한다. 트 모순을 정의하고 모순을 해결하는 해결안이 연성설계를 비연성(화)설계로 변경하는 과정이라고 할 수 있다.

문제와 관련된 요구사항과 이에 해당되는 모순의 정의에 의해서 도출된 해결안이 다른 요구사항들에게 영향을 미치지 않는다면 그 해결안은 공리적 설계에서의 독립공리를 만족한다고 할 수 있다.

현재 상용의 자전거용 다단변속장치의 문제를 해결하기 위해 트리즈의 모순행렬을 이용하여 개념안을 도출하였고, 공리적 설계의 독립공리를 적용하여 도출된 개념안이 좋은 설계임을 증명하였다.

후 기

이 연구는 국민대학교의 내부연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

(1) www.HowStuffWorks.com “How Bicycles Work”.
(2) Kaplan, S., 1996, *An Introduction to TRIZ - The Russian Theory of Inventive Problem Solving*, Ideation International Inc., pp. 1-27.
(3) Altshuller, G., Shulyak, L., Rodman, S., 1998, *40 Principles: TRIZ Keys to Technical Innovation*, Technical Innovation Center, INC.; 1st Ed., pp. 26-104.
(4) Oliver, P., 2007, *TRIZ Thinking*, VDM Verlag Dr. Müller.
(5) Suh, N. P., 2001, *Axiomatic Design: Advances and Applications*, Oxford University Press.
(6) Gwang-Seob Shin, Yong-Il Lim and Gyung-Jin Park, 2007, “Decoupling Process of a Coupled Design in Axiomatic Design Using the TRIZ,” *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers (A)*, Vol. 31, No. 1, pp. 77-88. (in Korean).
(7) Suh, N.P., 1990, *The Principles of Design*, Oxford University Press, New York.