

임의의 누름압 분포를 나타내는 플랫폼 블레이드 스프링 레일의 곡면 형상

송 경 준¹⁾ · 이 형 일^{*2)}

(주)캐프 중앙연구소¹⁾ · 경북대학교 자동차공학부²⁾

Study on the Profile of Body Spring in the Flat Type Wiper Blade for an Intended Contact Pressure Distribution

Kyoungjoon Song¹⁾ · Hyeongill Lee^{*2)}

¹⁾R&D, CAP Co. Ltd., 800 Waedab-dong, Sangju-si, Gyeongbuk 742-320, Korea

²⁾School of Automotive Engineering, Kyungpook National University, Gyeongbuk 742-711, Korea

(Received 20 February 2012 / Revised 15 June 2012 / Accepted 22 August 2012)

Abstract : An analytical procedure to determine a proper profile of the spring rail that generates intended contact pressure distribution in the flat wiper blade is introduced. The flat wiper blade is one piece blade and subjected to pressing force at a center point. In this type of blade, contact pressure distribution in the tip of rubber strip is determined by the pressing force, the initial profile of the blade before contact and bending stiffness of the blade. Experimentally obtained bending stiffness of the blade assembly is almost identical to that of the spring rail. Principle of reciprocity has been used to define the initial profile of spring rail from the deformed profile that is assumed to be identical to the windshield glass profile. The procedure has been verified experimentally by measuring the contact pressure of the blade assembled with the spring rail designed by the procedure proposed here. Measured contact pressure distributions of the blades show good agreements with intended distributions over the entire blade span. Consequently, it can be concluded that proposed procedure has relatively good accuracy in developing the spring rail for flat blade having a specific contact pressure distribution.

Key words : Wiper blade(와이퍼 블레이드), Contact pressure(누름압), Flat wiper(플랫와이퍼), Spring rail(스프링 레일), Rail curvature(레일곡률)

1. 서론

윈드실드 와이퍼는 자동차 전후방 유리면에 부착된 여러 가지 오염물질들을 닦아내어 운전자의 시야를 확보하게 해주는 장치로, 그 닦음성능은 운전 시 고객들의 안락성 및 쾌적성에 큰 영향을 미칠 뿐 아니라 운전자의 시인성을 좌우함으로써 안전성에도 직접적인 영향을 미친다.¹⁾ 또한 와이퍼 작동 과정에서 발생하는 진동 및 이로 인한 소음도 그 특성

상 탑승자의 안락성을 크게 훼손하는 경우가 있다.

와이퍼시스템의 형태 및 시스템을 구성하고 있는 각 부품의 특성들이 이와 같은 중요성을 지닌 닦음 성능 및 진동 및 소음 성능에 영향을 미치지만, 결과적으로 블레이드와 윈드실드 유리면 사이에 발생하는 누름압 분포가 그 성능을 좌우하는 가장 중요한 인자로 알려져 있다.¹⁻⁶⁾ 누름압 분포가 적절하지 않은 경우에는 작동 중 줄무늬가 나타나거나 부분적으로 닦이지 않는 현상 등이 나타난다. 따라서 닦음 성능을 향상시키는 최적의 누름압 분포와 이를 달

*Corresponding author, E-mail: hilee@knu.ac.kr

성할 수 있는 기술에 대한 다양한 연구가 수행되어 왔다.³⁻⁶⁾

최근 기술의 발전과 더불어 기존에 사용되던 토너먼트 타입 외에 구조가 간단하고 외관이 우수한 플랫 와이퍼가 새로 개발되어 적용되고 있으나 이런 형태의 와이퍼에 대한 누름압 분포를 예측할 수 있는 적절한 방법이 개발되어 있지 않아 직접 샘플을 제작하여 누름압분포 및 닦음성능을 측정하는 방법이 사용되어 왔다. 시행착오를 통해 요구되는 성능을 만족하는 제품을 개발하는 이러한 개발과정으로 인하여 비용과 시간이 증대되고 문제 발생 시 개선방안을 검토하는데 소요되는 비용과 시간도 증대되는 문제점이 있다.

최근 스프링레일의 유한요소 모델을 이용한 시행착오 방법을 통해 균일한 누름압 분포를 가진 블레이드를 개발하는 방법이 소개되었다.^{3,5)} 길이 방향으로 균일한 누름압을 분포시키는 최적의 곡률을 가진 스프링레일 개발 적용함으로써 닦음성능과 내구성을 향상시키는 방법도 제시되었다.⁴⁾ 그러나 시행착오 방법을 이용한 이러한 방법들은 많은 비용과 시간이 소요되고 균일하지 않은 누름압 분포가 필요한 경우에는 적용이 불가능한 문제점이 있다. 또한, 윈드실드 유리면의 곡률이 부위에 따라 일정하지 않아 작동 중에 와이퍼 블레이드의 위치에 따라 유리면의 형상을 따라가면서 작동하는 추종성능이 부족한 문제점이 발생할 수 있다. 또한 이전의 연구에 따르면 와이퍼 고무 스트립과 유리면 사이의 누름압이 블레이드 전체 길이에 걸쳐 균일한 경우에는 블레이드 진행 방향이 역전되는 위치에서 발생하는 고무스트립의 역전 동작에 의한 진동 및 소음이 증대된다.⁷⁾

이러한 문제점을 개선하기 위해서 스프링레일 곡률의 부분적인 조정을 통한 누름압 분포 변경이 필요한 경우가 많다. 이를 위해서는 샘플을 이용한 실험없이 누름압 분포를 예측할 수 있는 방법의 개발되어야 한다. 본 연구에서는 와이퍼의 닦음 성능을 좌우하는 누름압 분포에 대한 예측 설계 기술을 개발하고 정적 누름압 실측을 통하여 검증하고자 한다.

본 연구에 적용된 가정들은 다음과 같다. (1) 블레

이드를 구성하고 있는 각 부품들 사이의 마찰은 무시할 수 있다. (2) 블레이드 및 스프링레일은 선형성을 보유하고 있으며 상반성(reciprocity)을 만족한다. (3) 고무 스트립과 유리면 사이의 마찰이 누름압 분포에 미치는 영향은 무시할 수 있을 정도로 작다. 본 연구의 중요한 목적은 다음과 같다. (1) 고무스트립과 유리면 사이에 원하는 형태의 누름압을 발생시키는 플랫 블레이드에 적용 가능한 스프링 레일의 형상을 선정할 수 있는 방법을 유도한다. (2) 유도된 방법의 타당성을 실험을 통하여 검증한다. (3) 플랫 블레이드를 구성하는 각 부품이 블레이드 전체 굽힘강성에 미치는 영향을 실험적으로 분석한다.

2. 플랫타입 와이퍼

2.1 플랫타입 와이퍼 구조

플랫 와이퍼 블레이드의 전체적인 3차원 형상을 전통적으로 사용되어 오던 토너먼트형 블레이드와 비교하여 Fig. 1에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 플랫 와이퍼는 토너먼트형에 비해 부품의 수가 현저히 적음을 알 수 있다.

플랫 블레이드의 구성부품 및 조립형태는 Fig. 2에 설명되어 있다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 각 부품을 서로 끼우는 형태로 조립된 플랫 와이퍼는 전통적인 토너먼트형에 비해 결합하는 방법이 아주 간단하다.

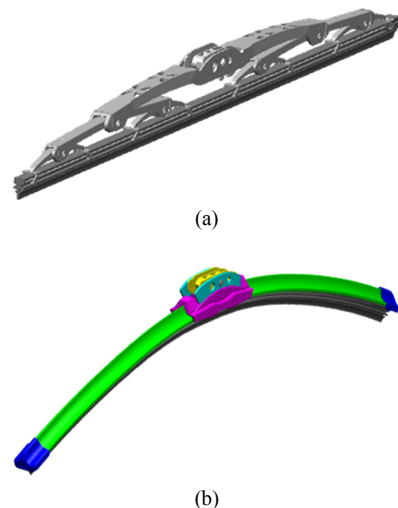


Fig. 1 Blade assembly (a) Tournament type (b) Flat type

임의의 누름압 분포를 나타내는 플랫폼 블레이드 스프링 레일의 곡면 형상



Fig. 2 Components consisting of a flat type blade

블레이드를 구성하는 부품 중에서 고무스트립은 윈드실드 유리면과 실제 접촉하여 닦음 역할을 수행하는 부품으로 와이퍼의 진행 방향에 따라 변형 형태가 변화하고 그 과정에서 반전(flip-over)현상이 발생하게 된다. 스프링레일은 와이퍼 암(arm)에서 가해진 누름력을 고무스트립에 전달하는 동시에 누름력으로 인해 곡률이 변경되면서 고무스트립에 원하는 형태로 누름압이 발생될 수 있도록 하는 역할을 한다. 또한 클립은 결합부와 함께 고무스트립과 스프링레일을 연결하여 일체로 작동할 수 있도록 하는 역할을 한다.

2.2 플랫폼 와이퍼의 누름압 발생 기전

Fig. 3에 설명된 와이퍼 암을 통해 전달된 누름력이 클램프를 거쳐 스프링레일로 전달되고 이 누름력에 의해 레일과 연결된 블레이드 고무스트립과 유리면 사이에 누름압이 발생된다. 따라서, 누름압 분포는 암을 통해 전달되는 누름력의 크기와 블레이드의 구조적인 특성에 의해 결정된다.¹⁻⁵⁾

3. 누름압분포와 스프링레일의 곡률

3.1 이론적 배경

일반적으로 플랫폼 와이퍼 블레이드는 그 형상과 작용하는 누름압이 좌우 대칭이며 Fig. 3에서 보는 바와 같이 중앙부에서 클램프로 고정되어 있다. 이와 같은 구조를 고려하면 중앙부에서 양 끝단까지를 구조적으로 초기 곡률을 가진 하나의 외팔보로 모델링할 수 있다. 또한 블레이드에 대한 상대적인 강성을 고려하면 윈드실드 유리면은 동일한 곡률을 가진 강체로 모델링될 수 있다. 따라서, 클램프를 통

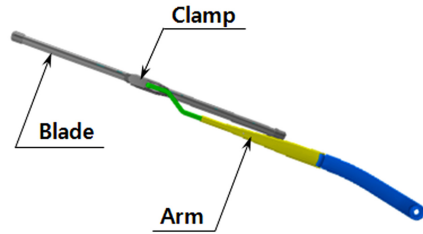


Fig. 3 Wiper arm and blade assembly

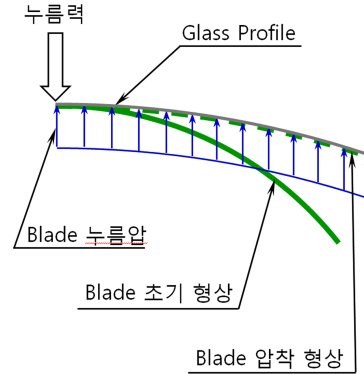


Fig. 4 Schematic diagram of the relation between the pressing force and contact pressure in a flat type blade

해 전달된 누름력으로 블레이드가 유리면에 압착되는 현상은 Fig. 4에 설명되어 있는 바와 같이 위의 외팔보들이 중앙부에 가해진 누름력으로 인하여 강체 형상과 동일한 형태로 변형되면서 접촉면에서 압력을 발생시키는 과정으로 모델링될 수 있다.

따라서, 블레이드가 윈드실드 유리면에 압착되었을 때 고무 스트립 끝단에 원하는 형태의 누름압을 발생시키는 것은 접촉 전의 블레이드 초기 형상을 적절히 설정하여 압착시 곡률변화량을 의도된 형태로 조정하는 문제로 이상화될 수 있다. 이 문제를 풀기 위해서는 초기 블레이드 형상을 가정하고, 블레이드가 압착되었을 경우에 발생하는 곡률의 변화를 이론적으로 구하여 누름압을 예측하는 방법과 가정한 초기 형상을 지닌 블레이드에 원하는 누름압 분포와 동일한 형태의 분포하중을 가한 다음 블레이드의 형상이 유리면과 동일한 형상으로 변형되는지 여부를 분석하는 방법이 있다. 다른 방법으로 레일의 초기 형상을 가정하고 정해진 누름력을 가하여 유리면 사이에 발생하는 누름압 분포를 분석하는 방법이 있다.⁶⁾ 이 방법들은 초기 형상을 가정

하고 그에 따른 누름압 분포 확인 후 초기형상을 수정하는 시행착오 방법으로, 주어진 조건을 만족하는 초기 형상을 찾는데 많은 시간과 비용이 소요되는 단점이 있다.

본 연구에서는 이와 같은 문제점을 개선하기 위하여 상반성(reciprocity) 원리를 이용하여 스프링레일의 압착된 형태를 기본 형상으로 설정하고 원하는 형태의 누름압과 동일한 분포하중을 압착시 발생하는 누름압과 반대방향으로 작용시켰을 때 나타나는 형상을 Fig. 4의 초기형상으로 선정한다.⁸⁾ 이 경우 누름력에 의해 블레이드가 유리면에 압착되면 작용시킨 분포하중과 동일한 형태의 누름압이 발생하게 된다.

3.2 윈드실드 유리면의 형상

앞에서 언급한 바와 같이 자동차 윈드실드 유리면의 형상은 차종에 따라 크게 다르고 일반적으로 출시된 블레이드는 특정한 차종에만 적용되지 않는 경우가 대부분이다. 또한 동일 차종에서도 위치에 따라 유리면의 형상이 서로 달라 와이퍼 작동 중 블레이드에 접촉하는 유리면의 형상이 계속 변화한다. 따라서, 이와 같은 모든 상황을 고려하여 블레이드를 설계하는 것은 현실적으로 불가능하며, 이에 대한 대안으로 산업현장에서는 차종별, 위치별로 측정된 형상들을 바탕으로 평균 형상을 선정한 다음, 이를 기준으로 개발하는 것이 일반적이다. 본 연

구에서도 Table 1에 설명된 바와 같이, 국내에서 생산되는 여러 차종의 다양한 위치에서 측정된 결과를 바탕으로 유리면의 평균 형상을 4,000mm의 단일 곡률반경으로 선정하였다.

3.3 블레이드 부착물의 영향

Fig. 2에서 알 수 있는 바와 같이, 플랫 와이퍼는 스프링레일에 고무 스트립을 비롯한 여러 부품들이 결합된 형태를 가진다. 그러나 와이퍼에 요구되는 특성들을 부여하기 위하여 각 부품 사이의 미끄러짐이 허용되고, 마찰이 거의 없는 형태로 조립되어 있어 각 부품 사이의 상호작용은 무시할 수 있다. 이전 연구에 따르면 플랫 와이퍼의 누름압 분포는 스프링 레일에 의해 대부분 결정되며 고무스트립 등 타부품의 영향은 미미하다.⁵⁾ 본 연구에서는 실험을 통하여 기타 부착물이 블레이드의 전체 굽힘 강성에 미치는 영향을 분석하여 전체 블레이드를 구조적으로 단순화함으로써 앞 절에서 소개된 방법을 간편하게 적용할 수 있는 방안을 검토한다.

스프링레일에 부착되는 부품이 전체 블레이드의 굽힘강성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 1) 스프링레일 단품 (시편 I) 2) 해당 레일에 Fig. 2에 설명된 전체 부품이 조립된 블레이드 (시편 II), 2 종류의 시편에 대한 굽힘시험을 통해 강성을 비교 분석하였다. 본 연구에 사용된 스프링레일의 기하학적인 치수와 재료 물성치는 Table 2에 주어져 있다.

블레이드가 유리면에 압착되는 상황을 고려하여 시편의 초기 형상 및 길이를 실제 블레이드 절반과 동일하게 제작하였다. 시편 I, II의 샘플을 각각 3 개씩 제작한 다음 Fig. 5에 소개된 시험장치를 이용하여 시편의 오목면을 위로 향하게 중앙부를 고정된 상태에서 끝단에 힘을 가하면서 힘(F)과 발생하는 변위(δ) 사이의 관계를 측정하였다.

Table 1 Spring rail dimensions and material properties

Vehicles / Locations	Radii of curvatures
A	4828
B	3105
C	4202
D	3899
E	4006
F	4983
G	3803
H	3123
I	3313
J	4523
K	4806
L	2781
M	5837
Average	3917

Table 2 Spring rail dimensions and material properties

Rail total length (2LS)	650.0 mm
Clip length (2LC)	25 mm
Rail width (b)	14.0 mm
Rail thickness (h)	0.82 mm
Young's modulus (E)	170 GPa
Poisson's ratio (ν)	0.29

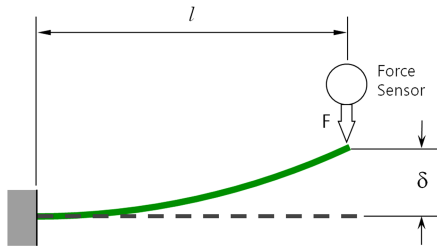


Fig. 5 Experimental setup for bending stiffness

이 실험에서 측정된 F와 δ 사이의 관계를 Fig. 6에 그래프로 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 세 경우 모두 스프링레일과 모든 부착물이 장착된 블레이드 상태에서 측정된 결과 사이의 차이가 거의 없음을 알 수 있다. 또한, 시험에서 측정된 결과를 바탕으로 식 (1)을 이용하여 계산된 각 시편의 굽힘강성을 계산한다 다음 Table 3에 설명하였다.

또한 시험에서 측정된 결과를 바탕으로 다음 식을 이용하여 계산된 각 시편의 굽힘강성을 계산한다 다음 Table 1에 설명하였다.

$$\delta = \frac{Fl^3}{3EI} \quad (1)$$

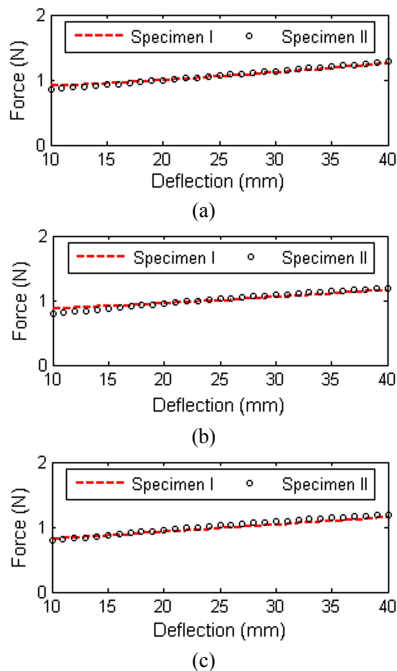


Fig. 6 F- δ relation for the two kinds of specimens (a) Sample 1 (b) Sample 2 (c) Sample 3

Table 3 Equivalent bending stiffness of Sample I and II from the test

Sample No.	Equivalent bending stiffness (N/mm ²)
I	119700
II	121500

Fig. 6과 Table 3에서 알 수 있는 바와 같이, 스프링레일과 블레이드는 부착물에 무관하게 거의 동일한 강성을 나타낸다. 본 연구에서도 이 결과를 바탕으로 전체 블레이드를 스프링레일로 대체하여 형상을 계산한다.

4. 곡률선정 Procedure

플랫 블레이드의 스프링 레일에 곡률을 부여하는 목적은 블레이드가 윈드실드 유리면에 압착되었을 때 접촉부에 원하는 형태의 누름압을 발생시키는 것이다. 이를 위해, 본 연구에서는 상반성 원리를 이용하여 유리면의 형상과 동일한 초기 형상을 가진 스프링레일에 원하는 형태의 누름압과 동일한 분포하중을 가했을 경우, 발생하는 변형 형상을 스프링레일 완제품의 형상으로 선정한다.

앞 장에서 얻어진 결과를 바탕으로 전체 블레이드를 스프링레일로 단순화한 다음 Fig. 7에 설명되어 있는 방법을 적용하여 블레이드 압착 전 형상을 유도한다. 우선, Table 2에 주어진 단면치수를 기준

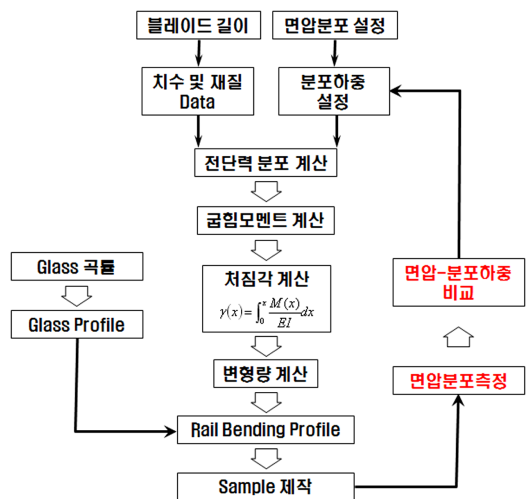


Fig. 7 Overall procedure for the calculation of the spring rail profile generating intended contact pressure

으로 다음 식을 이용하여 스프링레일의 관성모멘트를 계산하였다.

$$I = \frac{1}{12}bh^3 \quad (2)$$

이 결과와 Table 2에 주어진 레일 재질의 영률 (Young's modulus)를 이용하여 얻어진 레일의 굽힘강성(EI)을 기준으로 주어진 분포하중에 의한 스프링레일의 변형량을 계산하였다. 이 결과와 유리면 형상을 동시에 고려하여 스프링레일 완성품의 형상을 선정하였다. 이 형상을 기준으로 스프링레일을 제작한 후 부품을 조립하여 블레이드를 완성한다. 이렇게 완성된 블레이드에 대해 와이퍼 블레이드 전용시험기를 이용하여 측정된 누름압을 의도한 누름압과 비교, 분석하여 정확도를 검증한다.

5. Validation Study

앞 장에서 설명된 방법을 이용하여 플랫폼 와이퍼 블레이드를 제작 및 실험함으로써 그 정확도와 실용성을 검증하였다. 이 방법을 이용하여 1) 블레이드 전체 길이에 걸쳐 균일한 누름압을 발생시키는 스프링레일(레일 I) 및 2) 중앙부에 비해 50% 큰 누름압을 블레이드 양단에 발생시키는 레일(레일 II)의 곡률을 계산하였다. 레일 I의 누름압은 일반적으로 사용되는 형태이고 레일 II의 누름압은 유리면 코너부의 미닫임을 방지하기 위해 사용되는 형태이다. 이 결과를 바탕으로 제작된 스프링레일에 여타 부품을 조립하여 블레이드(블레이드 I, II)를 제작한 다음 누름압 측정 장치를 이용하여 누름압 분포를 확인함으로써 소개된 방법의 정확도를 검증한다.

5.1 곡률계산

Fig. 7에 설명되어 있는 방법을 이용하여 다음 그림에 주어진 형태의 누름압을 발생시키는 스프링레일의 형상을 계산하였다. 이 절에서는 3.3절에서 설명된 실험결과를 바탕으로 스프링레일만 고려하여 4장에서 설명된 과정을 적용한다.

그림에서 L_s 는 전체 블레이드 길이의 절반, L_c 는 클램프로 고정된 길이의 절반, L_R 은 경사하중이 작용된 구간이고 p_0 는 균일한 분포하중의 크기, p_1 은

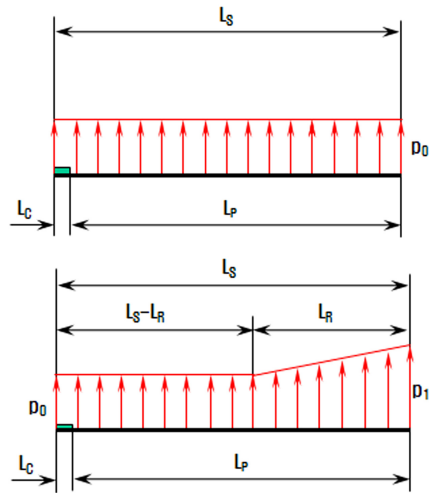


Fig. 8 Intended contact pressure distributions (a) Blade I (b) Blade II

경사하중의 최대값을 나타낸다. 우선 Fig. 8(a)와 같이 블레이드 전체 길이에 걸쳐 $p_0 = 10 \text{ g/cm}$ 의 균일한 누름압을 나타내는 레일 I의 형상을 계산하였다. 다음으로 동일 조건하에서 Fig. 8(b)와 같이 중앙부 누름압 $p_0 = 10 \text{ g/cm}$, 양단 누름압 $p_1 = 15 \text{ g/cm}$, $L_R = 70\text{mm}$ 인 누름압 분포를 발생시키는 레일 II의 형상을 계산하였다. 스프링레일의 재질과 치수는 표 1에 주어져 있으며 윈드실드 유리면의 형상은 반경 4000mm의 단일 곡률로 가정한다.

두 결과를 Fig. 9에 비교, 분석하였다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 양단의 누름압을 50% 증대시켰을 경우, 양단의 곡률 반경이 균일한 누름압의 경우에 비해 다소 감소함을 알 수 있다.

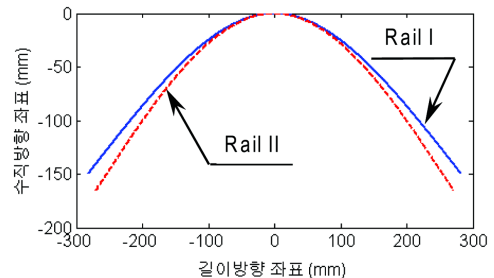


Fig. 9 Calculated spring rail profiles

5.2 Sample 제작

5.1 절에서 계산된 스프링레일의 곡률을 기준으로

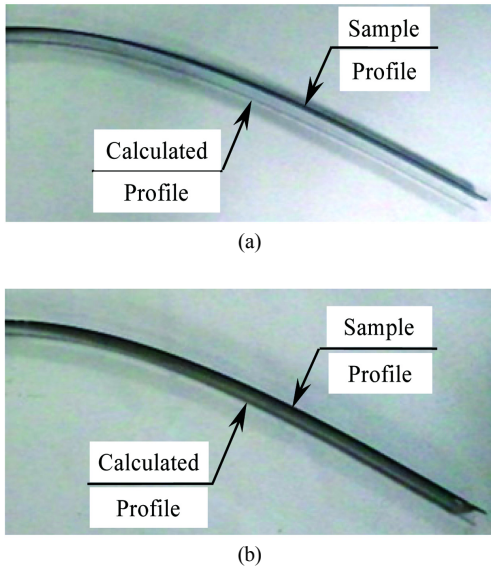


Fig. 10 Comparison of calculated profile and sample profile of the spring rails (a) Rail I (b) Rail II

로 두 경우에 해당하는 스프링레일을 제작한 다음 Fig. 9에서와 같이 계산된 곡률을 실제와 동일한 크기로 그린 도면과 비교, 검증하였다. 그림에서 아래쪽의 곡선은 계산된 형상을 실제 크기로 그린 곡선이고 위쪽은 제작된 스프링의 형상이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 제작된 레일의 형상은 앞에서 계산된 형상을 잘 따르고 있음을 알 수 있다. 다음으로 이 레일에 고무스트립, 클립 및 결합부 등을 조립하여 블레이드를 완성하였다. 위의 레일 I 및 레일 II를 적용하여 각각 블레이드 I 및 블레이드 II를 조립하였다. 레일 외 조립된 부품의 특성 차이는 없다.

5.3 누름압 분포 측정

와이퍼 블레이드와 윈드실드 유리면 사이에 발생하는 누름압은 전용 측정장치를 이용하여 측정된다.^{9,10)} 이 장치는 누름압을 측정할 수 있는 30~100 μ m 정도의 PET 필름 센서부와 데이터를 획득하기 위한 PCI 카드, 그리고 데이터 처리를 위한 소프트웨어로 구성되어 있으며 다양한 형태 및 길이의 와이퍼 블레이드에 대해 접촉면에서 발생하는 누름압을 측정할 수 있다.⁹⁾ 본 연구에서도 누름압 전용 측정기를 이용하여 앞에서 제작된 두 종류의 블레이드를 대상으로 누름압 분포를 측정하였다.

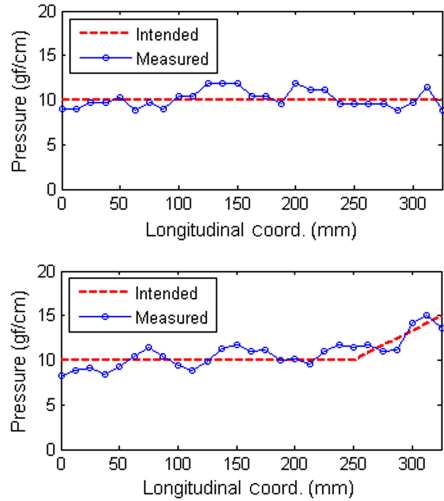


Fig. 11 Measured and intended contact pressure distributions (a) Blade I (b) Blade II

Fig. 11(a)에 주어진 블레이드 I의 누름압 측정 결과를 보면 의도한 대로 블레이드 전체 길이에 거의 균일한 누름압이 발생함을 알 수 있다. 반면 Fig. 11(b)의 블레이드 II 결과 역시 의도한 대로 끝단 누름압이 중앙부에 비해 50% 정도 크게 나타났다. 위 결과를 종합하면 검증 대상인 두 경우 모두 의도한 형태와 유사한 형태의 누름압을 나타냈으며, 이를 바탕으로 본 연구에서 소개된 방법이 플랫폼 와이퍼 스프링레일의 곡률 선정에 충분한 정확도를 가지고 있음을 알 수 있다.

6. 결론

본 연구에서는 플랫폼 와이퍼의 닦음 및 추종 성능에 큰 영향을 미치는 블레이드 고무스트립과 유리면 사이의 누름압을 원하는 형태로 발생시키는 스프링레일 형상을 유도하는 방법을 제안하였다. 우선, 와이퍼 블레이드를 구성하는 각 부품이 블레이드 전체 굽힘강성에 미치는 영향을 실험적으로 분석하여 블레이드의 강성은 대부분 스프링레일에 의해 결정되고, 여타 부품의 영향은 미미하여 스프링레일의 강성만으로 형상 선정이 가능함을 확인하였다. 이 결과를 바탕으로 스프링레일만을 대상으로 상반성의 원리를 응용하여 블레이드가 압착될 유리면의 평균 곡률을 스프링레일의 기본 곡률로 설정

하고 원하는 누름압과 동일한 분포하중을 레일의 볼록면에 가했을 때 나타나는 형상을 레일의 가공 형상으로 선정하였다.

본 연구에서 제안된 방법을 이용하여 1) 블레이드 전체 길이에 걸쳐 누름압이 동일한 블레이드 2) 중앙부에 비해 양단의 누름압이 50% 큰 블레이드 두 종류 블레이드를 제작한 다음 실험을 통해 누름압을 확인함으로써 그 정확도를 검증하였다.

향후 연구에서는 (1) 유리면 형상에 따른 최적의 누름압 분포 검토 (2) 누름압 분포에 따른 플랫 블레이드의 진동 특성 분석 등이 필요하다.

References

- 1) R. Grenouillat and C. Leblanc, "Simulation of Mechanical Pressure in a Rubber-Glass Contact for Wiper System," SAE 2002-01-0798, 2002.
- 2) B. S. Lee and J.-Y. Shin, "Contact Pressure Analysis of a Windshield Wiperblade," Transactions of KSAE, Vol.14, No.3, pp.51-57, 2006.
- 3) Y. S. Yoon and C. Kim, "The Curve Equation of a Flat Wiper Spring Rail Inducing Uniformly Distributed Loads," KSAE Spring Conference Proceedings, pp.1303-1307, 2006.
- 4) Y. S. Yoo and T. H. Kim, "Development of an Optimum Curve of an One-point Supported Flat Wiper Spring Rail with Uniform Pressure," KSAE Spring Conference Proceedings, pp.8-12, 2007.
- 5) Y. S. Yoon and C. Kim, "The Curve Equation of a Flat Wiper Spring Rail Inducing Uniformly Distributed Loads," Transactions of KSAE, Vol.18, No.4, pp.79-83, 2010.
- 6) W. H. Kim, T. W. Park, J. B. Chai, S. P. Jung and W. S. Chung, "Estimation of Contact Pressure of a Flat Wiper Blade by Dynamic Analysis," Transactions of KSME(A), Vol.34, No.7, pp.837-842, 2010.
- 7) T. Kotlarski, Wiper Blade for Motor Vehicle Windows, United State Patent US6973698 B1, 2005.
- 8) A. F. Bower, Applied Mechanics of Solids, CRC Press, USA, 2009.
- 9) D. H. Kim, S. H. Park, Y. H. Kim and J. H. Kim, "Contact Pressure Measurement of Windshield Wiper Blade Using Piezoelectric Sensor," KSAE Spring Conference Proceedings, pp.463-467, 2000.
- 10) Y. H. Kim and S. H. Park, "Contact Pressure Measurement of Development and Application System for Distribution," Transactions of KSAE, Vol.11, No.6, pp.134-140, 2003.