

## Two-Way 스트레치 직물의 열응력분석 연구 A Study on the Thermal-Stress Properties of Bi-Elastic Woven Fabrics

전병익\*  
Byung-Ik Jun\*

### <Abstract>

The purpose of this study was to develop the High Functional Stretch Yarns and Woven Fabrics to produce the high value added textile goods and to meet the consumer's needs. For the study 8 yarns and 10 fabrics were made with three develop machine and the thermal-stress properties of the sample were tested and analysed. The result indicated that the sample fabrics kept their stretch performance regardless of conventional process. EDY(elastic DTY) had higher stretch than that of DTY(drawn textured yarn). Especially Macel yarn had higher stretch than that of DTY compared with the same condition of yarn. With time course behavior the elongation of DTY and EDY had stabled tendency without variation. The above results show that wearing sensation and comfort properties of fabrics are changed depending on the end-use. and thus, above results can be used to manufacture of fabrics for specific end-use with high comfort properties.

**Key Words** : *False Twisting, Thermal-stress, In-Draw and Out-Draw, Non-Torque*

### 1. 서 론

#### 1.1 연구목적

최근 생활수준의 향상과 더불어 의류제품에 대한 소비자의 요구가 매우 다양화되고 있는 현상이다. 또한 스포츠 의류산업의 활성화와 기능성부여 기술의 발전추세는 우리 의류산업분야의 위기 가능성마저 초래하고 있는 실정이다.

여기에 더하여 선진국의 패션트렌드 경향은 경량성 및 신축성과 더불어 부드러움을 동시에 발현하는 의복개발이 활발히 진행되고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 특허기술에 의한 이론적 배경과 복합사가공기술이 축적된 신합섬소재개발 메이커의 생산기술을 연계하여 생산된 고신축성 직물을 대상으로 세섬도용 고신축성과 합섬사를 이용한 신소재를 생산하여 고기능성 의류소재에 적용코자 한다.

\* 정희원, 동양대학교 패션스타일리스트학과 교수, 理博  
E-mail : bijun@phenix.dyu.ac.kr

\* Prof, Dept. of Textile & Clothings, Dong Yang University

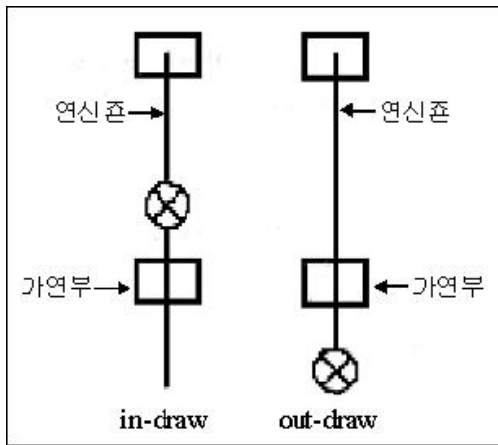


Fig 1. Mechanism of In-Draw and Out-D Draw Stretch-Zone System

1.2.2. 가연기의 장치 개요

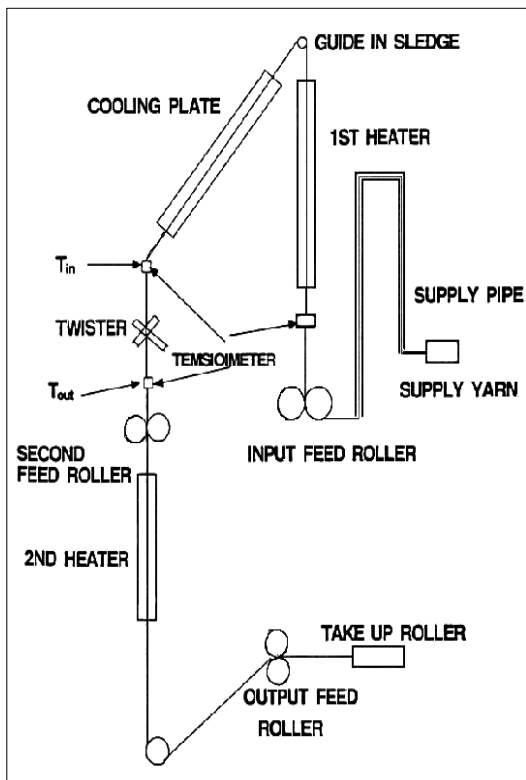


Fig 2. Schematics of False Twist M/C

1.2 세섬도 고신축성 개발사 작업 개요

1.2.1 연신사 개발

연신 가연 방법에는 인 드로(in-draw) 방식 및 아웃 드로(out-draw) 방식이 있다. 인 드로는 동시 가연 이라고도 하며, 연신 존 내에 가연장치가 있어서 연신 및 가연이 동시에 이루어지는 것을 말한다. 아웃 드로 방식을 귀결 가

연(consequential texturing)이라고도 하며, 연신 존 바깥에 가연 장치가 있어서 연신이 이루어진 후에 가연이 이루어진다. 즉 이 방법은 종전의 방사-연신-가연의 3단계에서 2단계로 준 것처럼 보이나 동일한 기계에 연신과 가연을 각각 가지고 있으므로 기능은 단계별 기능을 모두 가지고 있다.

본 연구에서는 신축성의 발현이 우수한 인드로 방식을 채택하여 원사를 제조하였다. 개요를 보면 그림 1과 같고 전체 개요도는 그림 2에 나타났다.

제 2장 시료 및 실험방법

2.1 시료

2.1.1 원사

2.1.1.1 위사

시생산조건(사속, 연신비, Twist비, Nip Belt 각도, 온도, 장력비)을 변화시켜 제조한 Non-Torque 원사중, 기본 물성실험을 실시한 후, 본 개발에 최적조건의 제품 6종과, 연신공정의 Unbalance를 부여하여 제조한 Macel 원사등 총 8종의 원사를 사용하였으며, 표 1에 사용된 위사의 특성을 나타냈다.

2.1.1.2 경사

DTY, ITY, Macel 등의 원사를 사용하였고, 규격을 표 1에 제시하였다.

Table. 1 Specification of the Samples

Specification	Warp	Weft		Density (Wp*Wf /in)
		Woven Fabrics	Comparative Woven Fabrics	
No 1	DTY 75/36 SD 2,000T/M	EDY 75/36 SD 1,200T/M	DTY 75/36 SD 1,200T/M	228*98
No 2	ITY 135/108 SD	EDY 150/48 SD	DTY 150/48 SD	185*96
No 3	ITY 135/108 SD	EDY 300/96 SD	DTY 300/96 SD	145*84
No 4	ITY 135/108 SD	EDY 300/96 SD	DTY 300/96 SD	153*90
No 5	EDY 300/96 SD	EDY 150/48 SD	DTY 150/48 SD	177*92
No 6	ITY 135/108 SD	EDY 300/96 SD	DTY 300/96 SD	204*73
No 7	ITY 135/108 SD	EDY 150/48 SD	DTY 150/48 SD	160*76
No 8	Macel300/96 SD	Macel300/96 SD		

2.1.2 제직

2.1.2.1. SIZING

Sizing은 THUTAKOMA(日) KS-J TYPE 기계에서 chamber 온도 115℃, 115℃, cylinder 온도 90℃, 90℃, 90℃의 온도에서

sizing 속도 110yd/min의 속도로 작업하였으며, 이때 부여된 장력은 creel 장력 0.03g/d, chamber내 장력 0.16g/d, 권취장력 0.15g/d의 조건으로 하였다.

작업완료 후 S.P.U(Sizing pick up)은 9 ~ 10%로 하였다.

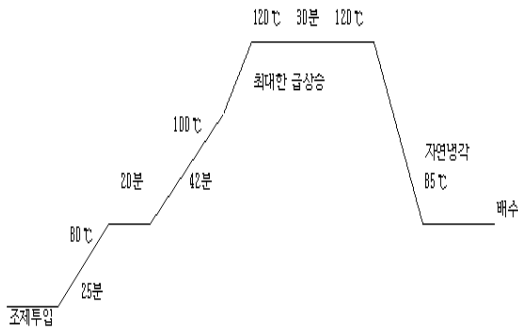
**2.1.2.2 제작**

제작은 Dobby가 장착된 Water Jet Loom (日. NISSAN)에서 R.P.M 500으로 표 1에 나타난 시료spec과 동일한 설계 조건으로 작업하였다.

**2.1.3 염색가공공정**

**2.1.3.1 정련공정(Rotary Washer)**

원사 및 원단의 제조단계에서 부착된 유제, 호제 등 오염물과 직물의 가공축을 부여하기 위하여 rotary washer(삼일기계제작)에서 120℃×30 min의 공정조건으로 처리하였다.

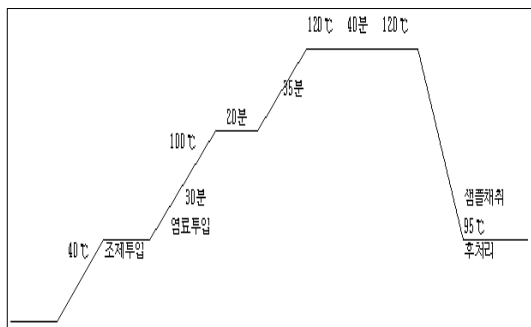


**2.1.3.2 Pre-set 공정**

정련 및 응력완화된 원단의 주름을 제거하고 위사폭을 열고정 시킬 목적으로 pre-set가공을 실시하였는데 200℃에서 55yd/min으로 6 chamber인 Sun super(일성기계)에서 작업하였다.

**2.1.3.3 염색 공정**

염색은 래피드염색기(日. Onomori제작)에서 각 color별 온도조건에 따라 염색하였다.



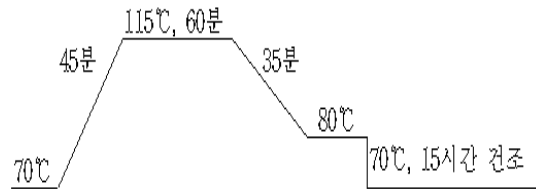
**2.2 원사물성 실험**

**2.2.1 열응력(Thermal Stress)**

열응력 측정기(Kanebo社製의 KE-2)를 이용하여 열응력 측정기를 승온범위 30~270℃, 승온속도 3℃/sec으로 설정하고, 길이를 50mm의 타래를 이용하여 0.03g/d의 초하중을 걸어 최대 열응력, 최대 열응력 발현온도를 측정하였다. 시험 횟수는 각각 5회로 하였다.

**2.2.2 Scouring Simulation**

(주) 국내제조(삼일산업)의 염색기, 모델명 SIDL-24에서 아래의 조건으로 시행하였다.



**제 3 장 결과 및 고찰**

열응력특성은 열에 의해서 발생하는 힘의 변화인데, 대체로 물질은 열을 받으면 물리적 성질의 변화와 형태의 변화를 수반하게 된다. 대부분의 고분자 물질은 열을 받으면 그 길이가 줄어들게 되는데, 이것은 열에 의해 구성분자들의 운동이 활발해져 보다 random한 conformation을 갖게 되기 때문이다. 만일 이때 수축이 일어나지 않도록 방해하면 저항력이 발생할 것이고, 이 힘을 회복력(retractive force) 또는 수축력(shrinkage force)이라고 한다.

한편 열응력은 다음과 같이 정의된다.

열응력(thermal stress)=(회복력 또는 수축력)/(섬유의 단면적 또는 섬도) 즉, 단위섬도에 대한 힘을 열응력이라 정의하며, 이는 일정길이에 고정된 실을 가열했을 때 섬유축 방향에 발생하는 힘이 된다. 섬유의 열응력은 각 온도에 따라서 값이 변화하게 되는데, 온도와 열응력과의 관계를 나타낸 것이 열응력-온도곡선(Thermal stress-Temperature curve)이다. 합성섬유에 있어서 이 곡선의 형태는 주로 열이력에 의하여 크게 달라진다.

Table. 2 Thermal-Stress of various high-stretch polyester yarns

(단위:°C)

구분	POY	DTY 75	DTY 150	DTY 300	EDY 75	EDY 150	EDY 300	Macel 300
Max	94	212	205	204	239	232	251	243
Mean	92	208	201	200	237	230	248	238
Min	90	205	197	198	234	228	247	235

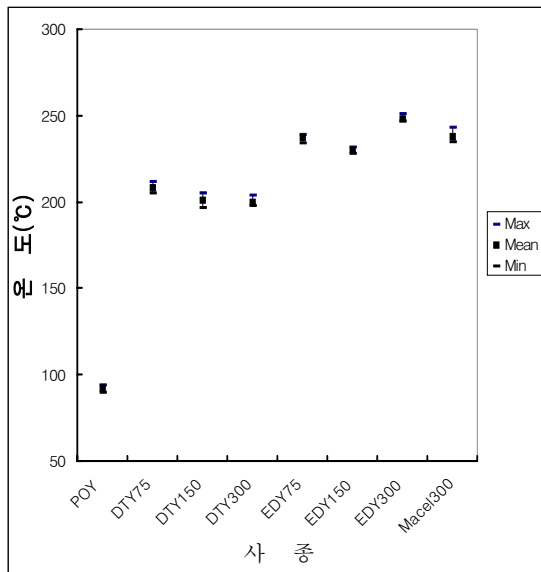


Fig. 3. Thermal-Stress of various high-stretch polyester yarns

사와 직물의 수축특성은 수축률과 수축력이 동시에 영향을 미치며 이에 따라 사상상태에서의 열응력 시험은 미지의 섬유 및 제직, 염색의 공정조건 등 여러 정보를 제공해 준다. 본 실험 데이터에서는 30 ~ 270°C에서 사의 용융 온도까지 약 3°C/sec 간격으로 승온시키면서 사 내부에서 발생하는 열응력의 크기를 측정하여 최대 열응력 크기와 그때의 온도 즉 어느 온도에서 최대 열응력이 발생하는가를 측정하였다. 그림 3을 보면 DTY보다 EDY의 peak점의 온도가 약 35°C 정도 높은 값을 보이고 있다. 이것은, 가연 가공 시 1st heater의 온도가 DTY보다 높게 설정된 때문이라고 생각된다.

또한, 가연시 고온 열처리를 함에 따라 농염과 이염이 쉬운 경향을 보이므로 levelling 온도와 시간설정이 균염과 농염에 중요한 항목이라 고찰된다.

Table. 3 Thermal-Stress of various high-stretch polyester yarns at peak temperature

(단위 : °C)

구분	DTY 75	DTY 150	DTY 300	EDY 75	EDY 150	EDY 300
Max	245	247	243	241	232	236
Mean	243	243	240	240	229	232
Min	239	241	238	238	228	228

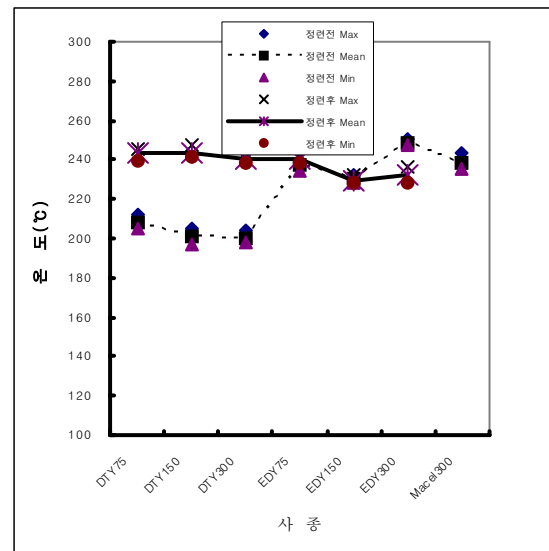


Fig. 4. Thermal-Stress of various high-stretch polyester yarns

그림 4는 정련 후 열응력 시험결과를 나타낸 것으로 peak점의 온도가 EDY는 큰 변화는 나타나지 않으나, DTY는 약 40°C 정도 높은 값을 나타내고 있다. 또한 정련 전에는 DTY의 peak점이 EDY보다 낮았으나 정련 후에는 이 수치가 역전됨을 보였다. 이는 사 제조 시 EDY사에 비해 DTY에 가해진 온도와 장력이 낮기 때문에 정련공정에서 가해지는 온도와 beating의 영향이 DTY에 보다 적극적으로 작용하여 나타난 결과로 이해된다. 이러한 수치는 EDY의 물성이 정련 전후에 변화가 없이 일정함을 나타내는 것으로 직물로 되었을 시 EDY직물의 형태안정성이 양호함을 의미하는 것이다.

Table. 4 Relationship between maximum temperature and processing conditions

(단위 : °C)

구 분	DTY	EDY	KEY
Unset	200	248	208
Sizing	212	213	204
Scouring	240	245	236
Setting	230	233	240

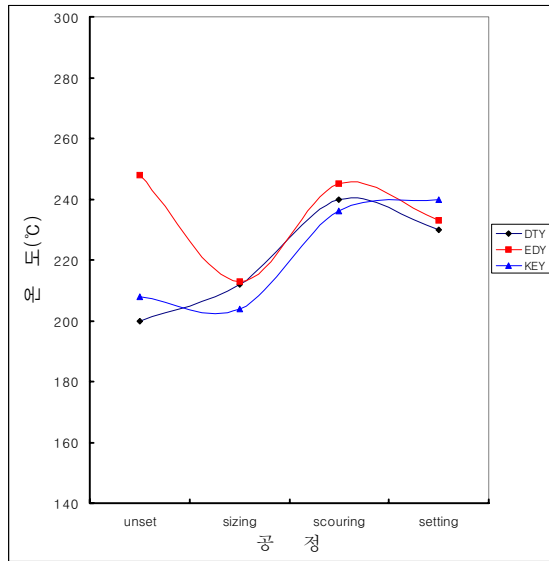


Fig. 5. Thermal-Stress of various high-stretch polyester yarns by changing processing condition

Table. 5 Relationship between maximum temperature and processing conditions at peak temperature

(단위 : °C)

구분	POY	DTY 75	DTY 150	DTY 300	EDY 75	EDY 150	EDY 300	Macel 300
Max	0.22	0.14	0.15	0.14	0.10	0.13	0.10	0.04
Mean	0.21	0.14	0.14	0.14	0.09	0.12	0.09	0.03
Min	0.20	0.13	0.12	0.13	0.08	0.11	0.08	0.02

그림 5는 DTY, EDY, KEY사 별로 공정 (sizing, scouring, setting)에서의 열처리 simulation후 공정별 최대 peak점의 온도 변화를 나타낸 것이다.

열응력과 열수축률이 높은 값을 가질 때 고신축사의 특성을 나타내는 것으로 직물상태에서도 이 특성을 유지하게 된다. 그림에서 보면 EDY사의 최대 peak치가 DTY사에 비해 모두 높은 수치를 나타내 본 연구가 목표로 하고 있는 고신축성사의 특성을 나타내고 있다.

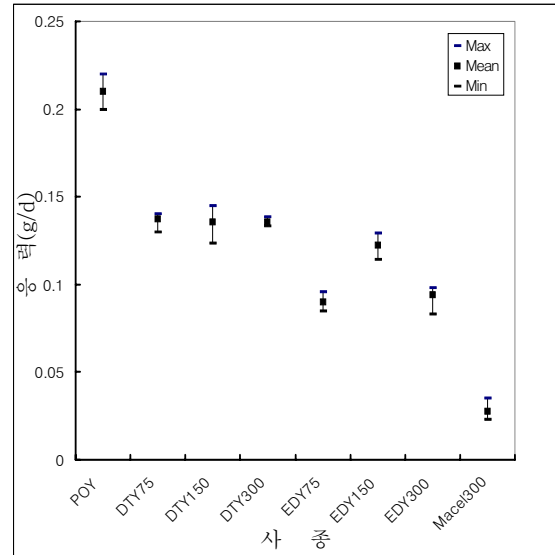


Fig. 6. Thermal-Stress of various high-stretch polyester yarns

그림 6은 DTY, EDY, Macel의 열응력 곡선 최대응력 비교 시험결과를 나타낸 것이다. 그림에서 EDY(약 0.1g/d)가 DTY(0.14g/d) 보다 약 0.04g/d 정도 높은 값을 나타내고 있다.

이 의미는 EDY가 DTY보다 열에 대한 안정화가 우수하다는 것을 보여주고 있는 것으로 즉, 열에 대한 찻수 안정화가 뛰어나다는 것을 보여주고 있다.

그림 7은 DTY, EDY, KEY 사별로 공정 (sizing, scouring, setting)에서의 열처리 simulation후 공정별 최대 peak점의 응력 변화를 나타낸 것이다. 일반 DTY사에 비해 EDY사의 각 공정별 응력변화가 건열에서는 유사한 수치를 나타내나 습열에서는 15~30% 정도 낮은 수치를 보이고 있다. 이는 DTY사 제조시의 공정조건에서 가연장력과 해연장력의 비(K)가 큰 경우로서, 공정 시 필라멘트의 변형과 인장을 많이 받음으로써 응력완화 수축인 습열수축률 값이 높게 나타난 것으로 이해된다.

Table. 6 Thermal-Stress of various high-stretch polyester yarns

(단위 : g/d)

구 분	DTY	EDY	KEY
Unset	0.14	0.09	0.01
Sizing	0.15	0.11	0.14
Scouring	0.07	0.06	0.07
Setting	0.05	0.05	0.06

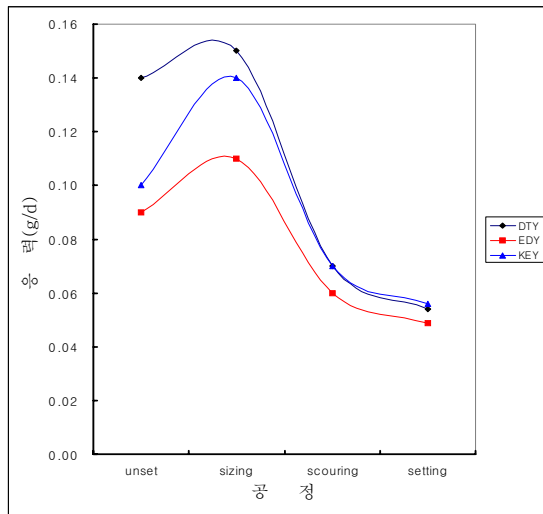


Fig. 7. Thermal-Stress of various high-stretch polyester yarns by changing processing condition

### 제 4장 결 론

다양한 소비자의 요구에 부응하고 경량성 및 신축성과 더불어 부드러움을 동시에 발현하는 의복개발을 목표로 합섬 가연사를 개발, 이를 의복에 적용하여 분석하였다. 假撚機의 가공인자인 섬유재료와 온도 및 장력과의 상관분석 등 기존의 연구결과를 기초로 미세한 單絲크림프를 최대로 부여한 가공사 및 부분 미해연과 동시에 교호로 배열시킨 원사(MACEL)를 이용, 총 8종의 직물을 생산하였다. 이 시료를 이용하여 열응력 시험을 한 결과 다음의 결론을 얻었다

1. 일반 DTY사에 비해 고신축성을 나타냈고, 특히 MACEL 원사는 동일 굵기의 DTY사에

비교하여 50% 이상의 높은 신축특성을 보였다.

2. 絲와 織物의 단면 측정결과 기존의 Reg. DTY Polyester사 제품에 비해 Crimp가 크게 발현하여 벌키성이 우수하고 신축성이 우수함을 확인 하였다.

3. 열응력과 열수축률이 높은 값을 가질 때 고 신축사의 특성을 나타내며 이는 직물로 되었을 때에도 동일한 특성을 유지하였다.

4. 본 가연기로 생산한 제품의 범용성은 원사의 생산범위 다양성(원사별: Polyester 50~300D, NP, 기타 복합사 등) 및 직기의 종류(W.J.L, A.J.L, Rapier 등)면에서 매우 효과적일 것으로 예측된다.

### 참고문헌

- 1) JIS (Japanese Industrial Standards), Japanese Industrial Standards Association, Japan, 2002.
- 2) フィラメント加工技術マニュアル(I), 日本纖維機械學會, 1996
- 3) フィラメント加工技術マニュアル(II), 日本纖維機械學會, 1996
- 4) 帝人 松原富夫, 多目的 感性素材(TEPRA), 日本纖維機械學會誌, 39 (11), 1989.
- 5) 上出健二, 「纖維學」收縮特性 について, 日本纖維機械學會誌, 42 (4), 1989.
- 6) Sato, Characteristics and potential uses of polybutyene terephthalate (PBT)fibers articles, as against those from nylon and polyethylene terephthalate (PET), Textile Asia(4), 1990
- 7) S. Kobayashi, About new generation synthetic fibers(with new hands and new functions), (日)染色工業., 38(6), 1990
- 8) B. I. Jun, A. K. Oh, S. J. Kim, D. H. Jang and T.H. Kim, J. Korean Fiber Soc., **30** (2), 1993.
- 9) B. I. Jun, M. K. Song, and T.H. Kim, J. Korean Fiber Soc., **33**, 1035, 1996

(2005년 5월 7일 접수, 2005년 8월 20일 채택)