

이형단면(+Type) DTY사의 물성변화

박명수

경일대학교 섬유패션학과

The Physical Properties of Non-Circular Shaper(+Type) DTY Yarn

Myung Soo Park

Dept. of Textile and Fashion Tech., Kyungil University; Kyungsan, Korea

Abstract : In the study, the physical properties of the raw sample, non-circular(+ type) DTY yarn(50d level) with absorption and quick-dry function, were examined before and after being twisted(1000T/M). The results are as follows: The shrinkage of non-circular(+type) DTY yarn(50d/36f) at 180°C was about 6-7% with twisted samples, but the samples without twisting went 8 to 10%. The elongation of the non-twisted and twisted samples at 180°C and 30-minute treatment time reached 50% and 40%, respectively. The tenacity of non-circular(+type) DTY yarn(50d/36f) was affected less by treatment temperature in the twisted condition.

Key words: Absorption, Partially oriented yarn, Shaper yarn, Shrinkage, Initial modulus

1. 서 론

섬유산업은 90년대 이후 국제시장 개방과 국제화의 물결, 비슷한 기술을 가진 제품들의 가격경쟁 그리고 다양한 소비자의 욕구 등에 의하여 새로운 변신을 한꺼번에 강요받게 되어 모든 섬유제품의 성능과 기술력뿐만 아니라 소비자의 감성과 라이프 스타일에 적절한 조화성이 부여된 독창적인 제품을 개발하여야 한다. 즉 기술의 혁신과 새로운 감각성 소재 그리고 소비자의 만족이 섬유제품 경쟁력의 필수 조건임은 누구도 부인할 수 없다.

최근 섬유는 일상적인 의류용에 한정되지 않고 스포츠/레저용으로 폭넓게 이용되고 있으며 인간의 생활수준과 사회 문화적 향상에 따라 새로운 욕구에 대응하는 기능성 섬유의 재료개발에 대한 연구가 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 활발하게 추진되고 있다. 스포츠 의류란 특정 스포츠를 하기위해 규정된 경기용 유니폼인 직접 운동용 의류와 스포츠를 관람하기에 편하고 스포티한 복장인 관전용으로 나눌 수가 있는데 최근에는 스포츠웨어 풍의 캐주얼 및 레저용 까지 포함하는 의미로 통용되고 있다. 스포츠/레저용 의류는 종류에 따라 다르지만 스포츠/레저용 의류의 소재는 내구성, 신축성도 중요하지만 쾌적성(T. H ongu and G. O. Philps, 1990)이 기본적으로 요구되어지고 있다.

지금까지의 착용쾌적성 기능을 가진 제품으로는 천연섬유와

같이 고도의 흡습성을 부여하기 위하여 섬유고분자의 조성 자체를 친수화 하는 방법(遠山俊之, 1986)등이 소개되었고 섬유 의 표면에 부착된 물이 다공의 모세관현상에 의해 증공부로 흡수되어 증공 부를 따라 물이 이동하여 흡수속도가 빠를 뿐만 아니라 수분률이 높고 건조속도가 빠른 성능을 갖게 하기 위하여 중합 또는 방사공정 중에 다공 형성제를 투입한 후 후가공 공정을 통해서 이를 용해 제거하는 다공사 제조기술 특허(Toyobo, 2004)가 소개되었다. 그리고 증공사에 용출법을 가미하여 다공화 하는 특허(Teijin, 2003)도 소개되었으며 Sheath/core 구조의 복합사에서 core를 분해제거 하는 방법(Kuraray, 2003)도 소개되었다.

이러한 제품은 원사제조, 염색 또는 후 가공 단계에서 기능성을 부가시키고 있으나 내구성 및 촉감 등을 고려해 볼 때 원사제조단계에서 기능성을 부여하는 것이 유리하므로 흡수 속 건성을 갖는 다양한 이형단면 원사에 대한 연구가 국내(Lee, 2001)뿐만 아니라 전 세계적(Teijin, 2003)으로 활발하게 추진되고 있다. 이러한 흡수 속건 기능은 인체에서 발산되는 땀을 모세관현상을 이용하여 흡수한 후 외부로 배출하는 특성이며 주로 원사단면의 이형 도를 크게 하여 필라멘트 다발 상태 또는 직물조직상으로 모세관 구조를 형성하여 이 기능을 실현하고 있다(주)효성, 2006; (주)세한, 2004). 이와 같은 단면의 이형화는 기존섬유가 갖지 못한 새로운 촉감(日本纖維學會編, 1983; 宮本武明, 本宮達也 1992)도 부여되어지고 있다.

그러나 지금까지의 흡수 속건 용 원사는 주로 70denier 수준의 태사가 주종을 이루고 있으며 이형단면 섬유에 대한 정량적인 물성 검토는 매우 미진한 상태이다. 따라서 본 연구에서는

Corresponding author; Myung Soo Park
Tel. +82-11-513-1704, Fax. +82-53-850-7605
E-mail: mspark@kiu.ac.kr

Table 1. DTY method and physical properties of sample (50d/36f)

	M/C	3 feeder type
Condition of DTY	Speed (m/min)	500
	Draw ratio	1.725
	1st heater Temperature(°C)	195
	Denier(d)	51.7
Physical properties of DTY	Tenacity(gf/d)	4.7
	Elongation (%)	17.6

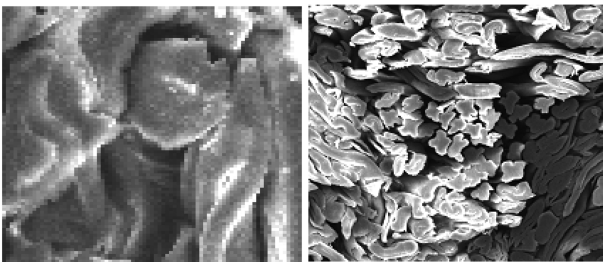


Fig. 1. Microphotograph of cross section.

현재 70denier 위주의 흡수 속건용 스포츠/레저용 원사를 초경량화와 박지 직물에 적합하면서도 흡수 속건 기능을 갖는 50denier 수준의 DTY 이형단면(+type) 폴리에스테르 원사를 제조하여 이들의 물성을 비교 검토하여 실제 현장에서의 차별화 소재개발에 기초적인 자료를 제공하고자 한다.

2. 실험 및 방법

2.1. 원사

원사는 복합방사기(TMT, Japan)에서 흡한 속건 성질을 갖게 하기 위하여 단면이 +형인 Partially Oriented Yarn(POY) 80d/36f 폴리에스테르 사를 방사하였다. 방사 제조된 원사는 아래의 조건(Table 1)으로 마찰형의 가연기로 Draw Texturing Yarn(DTY) 가공을 하여 50denier/36filament(50d/36f)를 제조하였으며 이때 사가공조건과 제조된 DTY(50d/36f) 사의 물성은 Table 1과 같다.

방사 제조된 시료의 단면은 Fig. 2에 나타내었는데 단면이 +형임을 확인 하였다.

2.2. 시료의 연사

시료의 연사 경우와 미 연사 경우의 물성을 비교하기 위하여 2-1에서 제조된 단면이 +형인 DTY 50d/36f를 이태리 연사기를 사용하였으며 이 때 꼬임은 1000 turns/meter(T/M) 으로 하였다.

2.3. 시료의 물성측정

2.3.1. 수축률

수축률은 시료길이 30 cm로 하여 비수(100°C)에서 초 하중(0.1 g/d)의 장력을 부여하여 20분간 처리한 후, 가공 공정을 고려하여 비수에서 측정된 시료를 120°C, 140°C, 160°C, 180°C의 건열에서 5분, 10분, 30분, 60분간 무 긴장으로 처리한 후 아래의 식에 의하여 수축률을 각각 계산하였다.

$$\frac{l - l'}{l} \times 100$$

l : 처리전 시료길이, l' : 비수 처리후의 시료길이

2.3.2. 비강도, 신도 및 초기탄성률 측정

초기탄성률과 인장강도는 만능시험기(Hounsfield사, 영국)을 사용하여 얻은 응력 변형률 곡선에서 비강도, 신도 및 초기탄성률을 구하였다. 이때 측정조건은 아래와 같다.

Full scale: 10 kgf Load cell: 50 kgf
 Sample length: 10 cm Extension speed: 3 cm/sec

3. 결과 및 고찰

3.1. 수축률

Fig. 2는 꼬임을 주지 않은 이형단면사의 수축률을, Fig. 3은 이형단면사에 꼬임(1000T/M)을 준 시료의 열처리 온도별 열처리 시간에 따른 수축률의 변화를 나타낸 것이다. 전체적으로 볼 때 열처리 온도가 높을수록 열처리 시간이 길수록 수축률은 증가하고 있으며 열처리 시간 30분 까지는 수축률이 증가하나 그 이상의 시간에서는 거의 비슷한 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. Fig. 2와 3을 비교하여 보면 열처리온도 100°C 경우 꼬임을 준 경우의 수축률은 약 2% 정도로 낮게 나타났으나 꼬임을 주지 않은 경우는 약 4% 정도로 높게 나타났으며 열처리온도 180°C 경우는 꼬임을 준 경우의 수축률은 약 6-7% 정도로 나타났으나 꼬임을 주지 않은 경우는 약 8-10% 정도로 높게 나타났음을 알 수 있다. 이는 꼬임에 의하여 사의 횡압력이 증

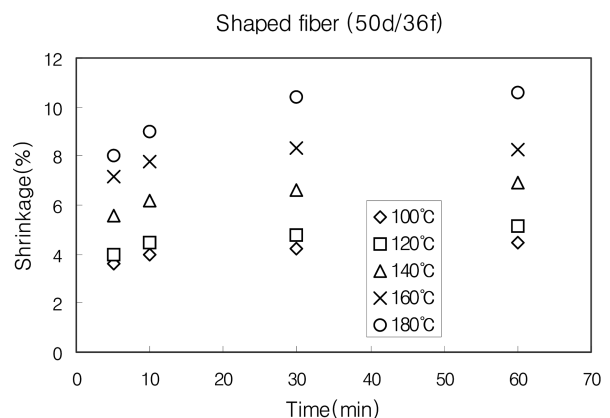


Fig. 2. Shrinkage vs. treated time at various temperature.

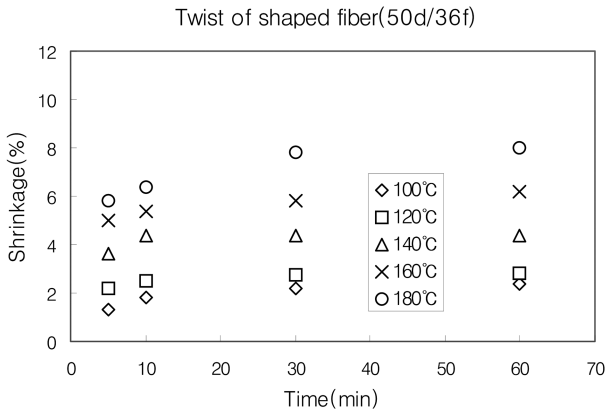


Fig. 3. Shrinkage vs. treated time at various temperature.

가하여 집속력이 강화되어 꼬임을 준 시료의 경우에 수축률이 낮게 나타났으며(Hatch, 1993) 열처리 온도가 높을수록 열처리 시간이 길수록 열처리 효과에 의하여 분자 쇄의 재결정화가 진행되어 전체적으로 수축률이 크게 일어난 결과라 생각된다(Broughton et al., 1992).

3.2. 절단변형률

Fig. 4는 꼬임을 주지 않은 이형단면사의 절단변형률, Fig. 5는 꼬임(1000T/M)을 준 시료의 열처리 온도별 열처리 시간에 따른 절단변형률의 변화를 나타낸 것이다. 전체적인 거동은 수축률의 변화와 비슷한 거동을 하고 있으며 열처리온도 180°C, 열처리 시간 30분에서 꼬임을 주지 않은 경우는 약 50% 절단 변형률은 나타내고 있으나 꼬임을 준 경우는 약 40% 절단 변형률을 나타내고 있음을 알 수 있다.

3.3. 초기탄성률

Fig. 6은 꼬임을 주지 않은 이형단면사의 초기탄성률을, Fig. 7은 꼬임(1000T/M)을 준 시료의 초기탄성률을 열처리 온도별 열처리 시간에 따른 변화를 나타낸 것이다. 여기서 보면 열처

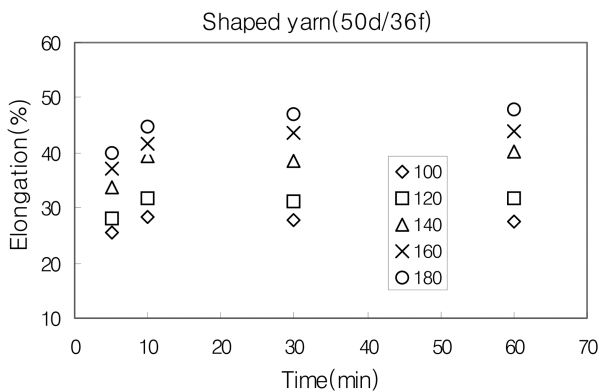


Fig. 4. Elongation at Max. vs. treated time at various temperature.

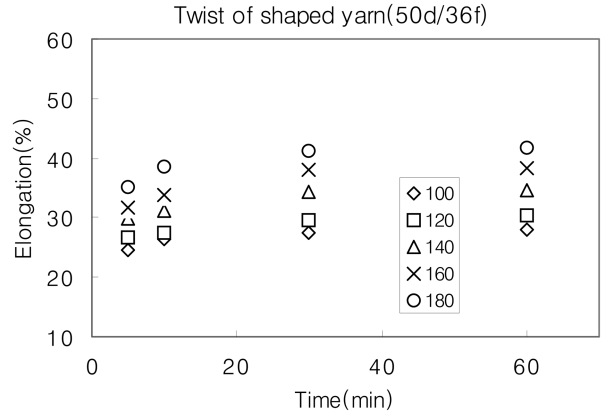


Fig. 5. Elongation at Max. vs. treated time at various temperature.

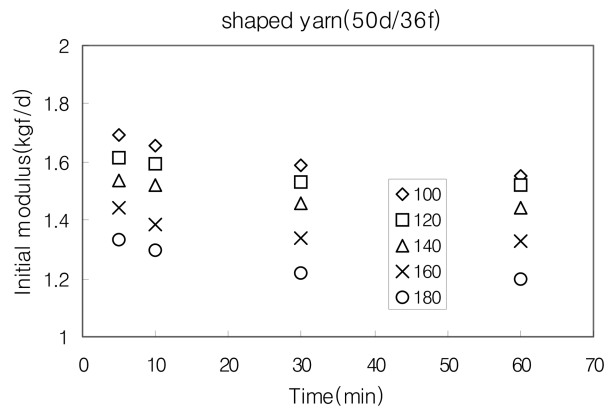


Fig. 6. Initial modulus vs. treated time at various temperature.

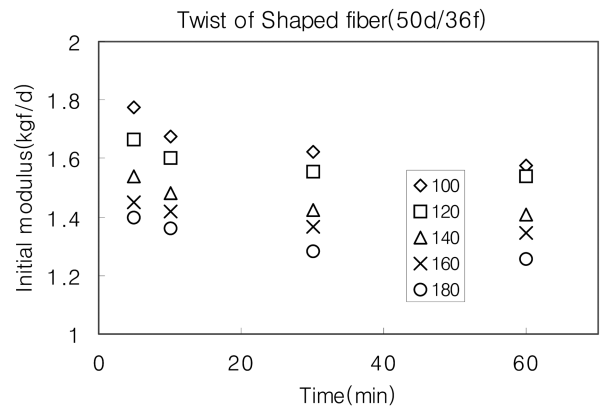


Fig. 7. Initial modulus vs. treated time at various temperature.

리 시간이 길수록 열처리 온도가 높을수록 초기탄성률은 낮아지고 있음을 알 수 있다. 그리고 꼬임을 주지 않은 경우가 꼬임을 준 경우보다 조금 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 일반적으로 초기탄성률은 비결정 영역에 속하는 tie-chain의 긴장의 정도에 영향을 받는데 본 실험에서는 무 긴장 열처리를 하

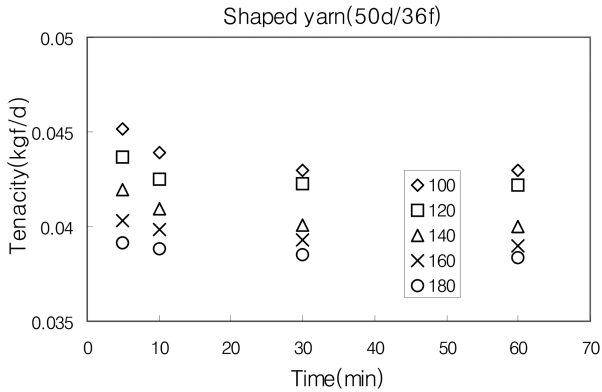


Fig. 8. Tenacity vs. treated time at various temperature.

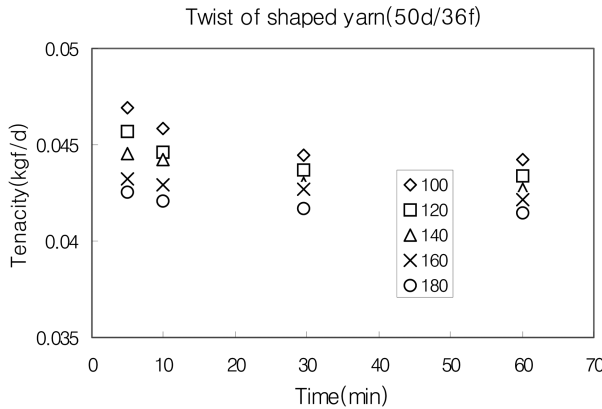


Fig. 9. Tenacity vs. treated time at various temperature.

였으므로 섬유 축 방향으로의 배향 결정화가 일어나지 않고 무배향 결정화가 진행되어지는 과정에서 tie-chain의 긴장의 정도가 이완되어진 결과(Hearle et al., 1969) 열처리 온도가 높을수록 열처리 시간이 길수록 초기탄성률이 낮게 나타난 것으로 생각된다.

3.4. 절단비강도

Fig. 8은 꼬임을 주지 않은 이형단면사의 절단비강도를 Fig. 9는 꼬임을 준 시료의 절단비강도의 변화를 나타낸 것이다. 전체적인 거동은 절단변형률의 거동과 반대되는 현상이 나타나고 있음을 알 수 있으며 꼬임을 준 시료의 경우가 꼬임을 주지 않은 경우보다 열처리온도에 의한 절단비강도의 영향이 적게 나타나고 있다. 이는 꼬임 효과에 의하여 torsion moment가 섬유 축 방향으로 증가하여 집속력이 높아져서 섬도는 감소함에 따라 절단 변형률이 감소함에 따라 절단비강도가 증가(Pan et al., 2001)된다고 생각되며 분자구조 변화에 따른 절단강도와 절단변형률의 변화 보다는 꼬임에 의한 영향에 기인 한 것으로 생각된다. 또한 꼬임을 준 시료의 절단비강도가 높게 나타났음을 알 수 있는데 이는 Fig. 4, 5의 절단변형률의 결과와 종합

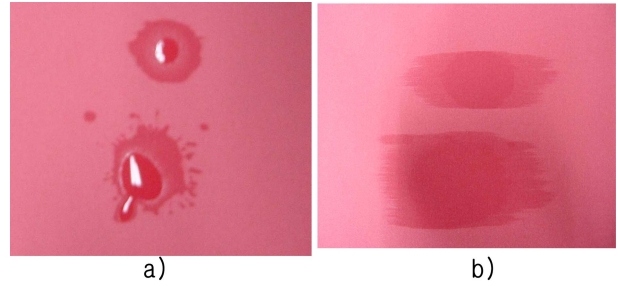


Fig. 10. Photograph of surface absorption state in the fabric. (a) Immediately drop water in developed fabric. (b) Drop water in developed fabric after 0.5 sec.

하여 볼 때 본 실험 조건 내에서는 꼬임의 영향으로 절단변형률이 낮아진 결과 절단비강도가 감소한(Rudolf & Gersak, 2006) 결과라 생각된다.

3.5. 흡수성

흡수 기능성을 갖는 직물을 제조하고자 경사는 50d/36f인 이형단면(+형)사를 1000 T/M으로 연사하여 사용하였고 위사는 잠재 권축사(30d/12f)를 DTY 가공한 가공사를 사용하였다. 이때 총 경사올수는 1600으로 하였고 조직은 5매 주자직(비수 3)으로 하였으며 위사밀도는 130 picks/in로 하였다. Fig. 10은 직물의 흡수상태를 사진으로 나타낸 것인데 Fig. 10의 a)는 직물의 표면에 물을 스프레이한 직후의 직물표면 사진이고 b)는 스프레이 한 후 0.5 초 후의 직물 표면사진이다. 여기서 보면 직물 표면에 물을 스프레이한 후 0.5초 정도에서 거의 흡수가 일어나고 있음 알 수 있다. 이러한 현상은 + type 이형단면 섬유는 섬유집합체를 구성할 때 섬유단면 특성상 공간이 많이 생기고 섬유 간 접촉 간격이 원형 단면보다 줄어들게 되어 모세관 현상에 의해 수분이 흡수되는데 세 섬사를 사용하는 경우는 사의 집속성이 높아져서 필라멘트 단면의 배열이 모세관 현상을 더욱 촉진한 결과라 생각된다.

4. 결 론

본 연구에서는 흡수 속건 기능성을 갖는 이형 단면화(+형)된 50denier 수준의 DTY 원사를 제조하여 꼬임(1000T/M)을 준 시료와 꼬임을 주지 않은 시료의 물성을 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 이형단면 DTY(50d/36f)의 수축률은 열처리온도 100°C 경우 꼬임을 준 경우의 수축률은 약 2% 정도로 낮게 나타났으나 꼬임을 주지 않은 경우는 약 4% 정도로 높게 나타났으며, 열처리온도 180°C 경우는 꼬임을 준 경우의 수축률은 약 6-7% 정도로 나타났으나 꼬임을 주지 않은 경우는 약 8-10% 정도로 높게 나타났다.
2. 이형단면 DTY(50d/36f)의 절단변형률은 열처리온도

180°C, 열처리 시간 30분에서 꼬임을 주지 않은 경우는 약 50%, 꼬임을 준 경우는 약 40% 정도가 나타났다.

3. 초기탄성률의 변화는 시료에 꼬임을 준 경우가 꼬임을 주지 않은 경우보다 조금 높게 나타났다.

4 이형단면 DTY(50d/36f)의 절단비 강도는 꼬임을 준 시료의 경우가 꼬임을 주지 않은 경우보다 열처리온도에 의한 절단 강도의 영향이 적게 나타났다.

참고문헌

주) 새한, (2004). *이형단면 연신사의 제조방법*. 대한민국특허청, 10-2004-0097445.

주) 효성, (2006). *이형단면형 방사구급 및 이를 이용한 섬유의 제조 방법*. 대한민국특허청, 10-2006-0099427.

Rudolf, A., & Gersak, J. (2006), The Inference of thread twist on alteration in fibers. *Textile Research Journal*, 76(2), 134-144.

Broughton, R. H., Mogahzy, Y. E., & Hall, D. M. (1992). Mechanism of yarn failure. *Textile Research Journal*, 62(3), 31-34.

Hatch, K. L. (1993). *Textile Science*. University of Arizona Tucson.

Hearle, J. W. S., Gorsberg, P., & Backer, S. (1969). *Structural mechanics of fiber, yarns and fabrics, 1*, Wiley-interscience, New York, USA, pp. 191-205.

Kuraray. (2003). *Porous type hollow fiber and its production*. Japan Patent, 2003-221727.

Lee, S. B. (2001). *Toplon Fiber*, 8, Hyosung LTD.

Ongu, T. H., and Philips, G. O., (1990). *New fibers*. 2nd Ed., Woodhead Ltd. pp.164-190.

Pan, N., Hau, T., & Qiu, Y. (2001). Relationship between fiber and yarn strength. *Textile Research Journal*, 71(11), 960-964.

Teijin LTD. (2003). *Water-absorbing polyeter fiber*. Japan Patent, 2003-129340.

Toyobo LTD. (2004). *Antimicrobial fiber and textile product*. Japan Patent, 2004-468210.

宮本武明, 本宮達也. (1992). *新纖維材料入門*(日). 日刊工業新聞社, pp. 114-136.

遠山俊之. (1986). 纖維加工の今後の課題, *染色工業*(日). 34, 54-62.

日本纖維學會編. (1983). *圖說纖維形態*. (2nd Ed.). 朝倉書店(株), pp. 174.

(2010년 6월 9일 접수/ 2010년 6월 21일 1차 수정/2010년 6월 21일 게재확정)