

스트레인 게이지가 내장된 단거리용 스타팅 블록 시스템 개발 Development of the Starting Block System using Strain Gauges for the Sprint Starting

*이정태¹, #송한욱¹

*J. T. Lee¹, #H. W. Song(hanugi16@kriss.re.kr)²

¹한국표준과학연구원 기반표준본부 질량힘센터

Key words : Strain gauge, Starting block, Sprint starting

1. 서론

현재의 단거리 육상경기에서 초기 출발부분의 중요성이 대두되고 있다[1]. 현재의 스타팅 블록의 경우 육상선수가 출발을 준비하기 위해 발밑을 지지하는 역할을 하고 출발하여 최고 속도를 빠른 시간에 도달할 수 있게 한다. 이러한 스타팅 블록의 경우 발밑에 닿는 디딤판과 디딤판의 길이 방향과 지면과의 각도를 조절할 수 있는 각도 조절수단으로 구성되어 있다. 이러한 각도 조절이 가능하게 함으로써 선수 개인마다 출발속도를 빠르게 할 수 있도록 한다[2-3]. 현재 육상 단거리에서는 출발속도가 기록을 좌우하고 있다. 또한 누가 먼저 출발하느냐가 기록에 큰 영향을 끼치고 있다. 출발 시간에 대한 규칙은 출발 총소리가 나고 0.1초 이후에 출발하여야 한다. 출발시간은 기록에 엄청난 영향을 끼친다. 따라서 스타팅 블록에 가해지는 힘들을 분석하여 육안이나 카메라 관독이 아닌 빠르고 정확하게 출발시간을 측정할 수 있는 방법과 출발시간을 빨리하기 위한 훈련에 사용될 수 있는 스타팅 블록의 개발이 요구되었다[1-3]. 본 연구는 육상 단거리에서 출발 전 선수들의 발밑을 지지하는 스타팅 블록의 힘이 작용하는 부분에 4개의 대칭형 십자보(beam) 형상을 제작한 후 그 위치에 스트레인게이지를 장착함으로써 본 연구팀이 기개발한 센서 내장형 스타팅 블록에 비하여 측정정밀도를 개선한 센서내장형 스타팅 블록의 제작 및 특성평가에 대해 기술하고자 하였다.

2. 스트레인게이지 내장형 스타팅 블록의 제작 및 특성평가

본 연구에서 개발한 전체적인 기구부는 일반적

으로 판매되고 있는 스타팅 블록을 이용하였고, 수직센서를 구비한 발판과 발판의 일측을 결합시키는 결합부, 수평센서를 포함한 연결부 및 연결부와 결합되는 고정부와 지면과 수평으로 놓이도록 결합하는 고정수단을 구비하는 지지대를 포함하고, 발판의 일측에 구멍이 형성되어 구멍의 둘레 방향으로 수직센서가 부착되어 있다. 이때 센서의 배치는 기존에 본 연구팀이 개발한 센서내장형 스타팅 블록에 대비하여 그림 1에 나와 있는 바와 같이 출발자의 힘이 작용하는 부분에 4개의 대칭형 십자보(beam) 형상을 제작한 후 그 위치에 스트레인게이지를 장착함으로써 기존의 센서내장형 스타팅 블록에 비하여 횡하중에 대한 내구성을 증대하였고 발판내에서 편심하중에 대한 오차를 감소시키고자 하였다. 또한 최초 부하를 감지하는 발판 부보다 감지부의 높이를 1 mm 가량 낮게 형성하여 기존 스타팅 블록에 비하여 정밀도가 증가하도록 설계하였다.

제작된 스타팅 블록 센서는 전기식 힘측정기 교정에 의거 압축 교정하였다[4]. 교정에 앞서 센서를 정격하중까지 3회 이상의 사전부하를 실시하였고, 30초를 유지하고 무부하 상태에서 2분을 유지하였다. 교정은 사전부하가 끝난 후 2분이 경과된 뒤에 시작하였고, 각 교정 하중점에서 신호는 부하된 하중이 안정화된 후 20초 뒤에 측정하였다. 교정은 다음 4 시리즈로 증가순 (0°), 증가순 (0°), 증가순 및 감소순 (120°) 증가순 및 감소순 (240°)으로 실시하였다. 평가결과 Table 1과 같이 최대 0.36%의 상대확장 불확도를 나타내어 신뢰성 있는 육상 단거리 출발 반발력 측정이 가능한 것으로 판단된다. 이러한 상대확장 불확도의 경우

기존에 본 연구팀이 보고하였던 센서내장형 스타팅 블록의 2%에 대비하여 5배 이상의 개선효과를 나타내는 것으로써 본 연구에서 고안한 대칭형 십자보(beam) 구조가 효과가 있음을 나타낸다고 하겠다. Fig. 2에 스타팅 블록 평가를 위한 장치를 나타내었다. 평가장치는 (a)모터와 (b)다축 로드셀로 구성되었으며 (c)지그를 사용하여 스타팅 블록의 각도와 거리를 변화 시켜가며 임의의

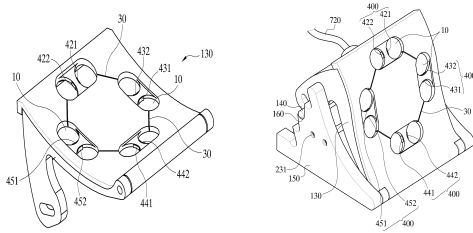


Fig.1 The arrangement of strain gauges in a starting block

힘을 5 Hz의 속도로 총 10⁷번의 피로 하중을 측정할 결과 오른발 출발힘에 대해서는 최대 2.7%, 왼발 출발힘에 대해서는 최대 1.45%의 반복 불확도를 나타내었다. 이로부터 제작된 장비가 실제 현장에서 운동선수들의 단거리 출발시 발휘하는 힘을 측정하는데 적절하다고 판단된다.



Fig. 2 Test equipment of starting block

3. 결론

육상 단거리의 경기력 향상과 운동역학적 분석을 위한 스타팅블록 정밀센서를 개발하였다. 상용화 되어있는 스타팅 블록을 사용하여 후 대칭형 십자보(beam) 구조에 스트레인 게이지를 부착하는 구조로 제작함으로써 기존 센서내장형 스타팅 블록에 대비하여 5배의 측정 정밀도 향상을 가져올 수 있었다. 향후 육상 단거리 선수를 대상으로 스타팅 블록 센서를 이용한 훈련이 출발 자세 교정과 기록 향상에 미치는 영향에 대해 추가 연구를 수행 할 것이다.

참고문헌

1. 신보삼, 오봉석, “육상경기 크라우칭 스타트 종류별 제1보 보폭이 가속질주구간기록에 미치는 영향”, 한국체육학회지, 41(1). 417-428 (2002)
2. Hunter, J. P., Marshall, R. N. & McNair, P. J., “Interaction of step length and step rate during sprint running”, Medsci Sports Exercises. 36(2). 261-271 (2004) 549-557 (2005)
3. 최수남, “육상 100m 출발시 Starting Block 조건에 따른 신체분절의 생체역학적 분석”, 충남대학교 대학원 박사학위 논문.
4. KRISS, 전기식 힘측정기 교정절차서, C-07-1-0040 (2002)

Table 1 Calibration results

Dead weight (N)	Number of test (Test condition)						Relative expanded uncertainty (%)
	1st (0°)	2nd (0°)	3rd (120°)		4th (240°)		
			Increase	Decrease	Increase	Decrease	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000
400	400.0 0	400.0 0	399.9 9	402.5 5	400.0 0	402.3 3	0.360
600	600.4	600.3	600.2	602.8	600.3	602.8	0.247
800	800.3	800.1	800.0	803.8	800.2	803.6	0.262
1000	1000.3	1000.1	1000.0	1004.4	1000.2	1004.3	0.246
1200	1200.0	1199.7	1199.7	1204.7	1199.8	1204.5	0.236
1400	1400.1	1399.8	1399.6	1404.5	1399.8	1404.3	0.196
1600	1600.1	1599.7	1599.6	1603.6	1599.4	1603.5	0.149
1800	1800.2	1799.9	1799.6	1802.5	1799.5	1803.3	0.111

하중을 인가할 수 있도록 제작되었다. 모터의 구동과 신호의 수집은 National Instrument™사의 DAQ USB-6009를 사용하였고, 프로그램은 Boland Delphi를 이용하였다. 스타팅 블록 센서의 강건성 평가를 위해 제작된 평가장치를 이용하여 온도 23도, 습도 55% 이내의 환경에서 300 N과 600 N의