

완구용 드론 안전기준 재정을 위한 드론의 비행 안전성 테스트 연구

진정희¹, 김규범^{2*}, 진세영³

¹주식회사 엑스드론 대표이사, ²가톨릭관동대학교 무인항공학과 교수, ³주식회사 엑스드론 연구원

A Study on the Flight Safety Test of Drones for the Establishment of Toy Drone Safety Standards

Jung-Hoi Jin¹, Gyou-Beom Kim^{2*}, Sae-Young Jin³

¹CEO, XDRONE LTD.

²Professor, Department of Unmanned Aircraft System Engineering, Catholic Kwandong University

³Researcher, XDRONE LTD.

요약 국내외의 여러 경제 분석에서도 드론 시장이 날로 성장할 것이라는 예측을 하고 있으며, 그중에서 완구 및 취미용 드론 시장의 성장이 점진적으로 확대가 될 것으로 예측되고있다. 시장의 성장으로 발생하는 경제적 순기능으로 드론의 기대가치는 높아져 가고 있으나, 관리 및 운용 미숙으로 발생하는 사고 또한 증가하고 있다. 완구용 드론의 성능 차이는 산업용 드론과 비교할 수 없을 정도로 낮지만, 일반 구매자는 그 성능의 여부를 알 수 없어 사용상에 사고를 유발할 수 있다. 본 연구에 사용된 완구용 드론은 KC와 CE 인증을 받고 국내에서 판매되고 있는 20종을 사용하였으며, 비행시간 및 조종 거리 측정에 사용되었다. 비행이 가능한 시간 범위는 최소 3분~최대 12분까지로 측정되었으며, 조종 가능한 거리는 최소 20m~최대 약 380m까지로 측정되었다. 따라서 완구용 드론의 전파출력에 대한 샘플링 검사를 통한 제품 안전성 확보가 필요하며, 한계 비행거리를 넘었을 때는 자동으로 고도를 낮추거나 호버링을 하는 알고리즘 탑재가 필요하다. 향후 연구 방향으로는 완구용 드론의 실제 고도 테스트와 충격량 테스트를 통한 완구용 드론의 안전기준 제정을 위한 자료 구축을 할 예정이다.

주제어 : 장난감, 드론, 안전, 비행시간, 비행테스트

Abstract Economic analysis predicts that the drone market will grow, and the growth of the toy and hobby drone market is expected to gradually expand. Drone expectations are rising due to the net economic function of drone market growth, but accidents due to improper management and operations are also increasing. The difference in toy drone performance is incomparably small compared to industrial drone performance, but the ordinary buyer can not know whether the difference can cause an accident during use. The toy drones used in this study were obtained from KC and CE certification, and 20 kinds of drones were used. The flight time ranged from a minimum of 3 minutes to a maximum of 12 minutes, and the control distance ranged from a minimum of 20m to a maximum of 380m. Therefore, it is necessary to secure product safety through sampling inspection of the radio wave output of toy drones, and it is also necessary to mount an algorithm that automatically lowers the altitude or hover when exceeding the limit flight distance. For future research, we will build data to establish toy drone safety standards through a altitude testing and impact testing of toy drone.

Key Words : Toy, Drone, Safety, Endurance, Flight test

*Corresponding Author : Gyoubeom Kim(dronekim@cku.ac.kr)

Received October 7, 2019

Revised November 6, 2019

Accepted December 20, 2019

Published December 28, 2019

1. 서론

방재, 배송, 감시, 정찰 등 다양한 산업 분야에서 드론의 활용을 위한 많은 검증을 하고 있다[1]. 현 상황을 보여주듯이 국내외의 여러 경제 분석에서도 드론 시장이 날로 성장할 것이라는 예측을 하고 있다.

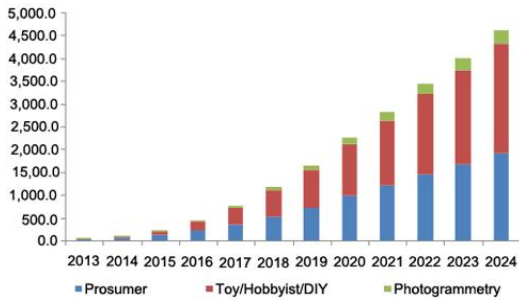


Fig 1. North America consumer drone market by technology, 2012-2022(USD million)

Fig. 1과 같이 북미 드론 시장은 2024년 시장 규모를 약 45억 달러로 예측을 하고 있다[2]. 그중에서 완구 및 취미용 드론 시장의 성장이 확대될 것으로 예측되고 있다[3]. 시장의 성장으로 발생하는 경제적 순기능으로 드론의 기대가치는 높아져 가고 있으나, 관리 및 운용 미숙으로 발생하는 사고 또한 증가하고 있다.

소비자위해감시시스템(CISS, Consumer Injury Surveillance System)에 등록된 드론 사고사례를 보면, Table 1과 같이 2017년 5월 기준으로 약 3년(2015~2017.05) 동안 40여 건의 사고가 접수되었으며, 매년 증가 추세에 있다[4]. 완구/취미용 드론 및 헬기 대상이며 사고내용으로는 프로펠러 등 드론과의 충돌, 배터리 폭발 및 발화, 드론 추락 및 오작동 등이 있다[4]. 드론 사고 중에서 드론 충돌과 추락 및 오작동이 전체의 약 78%를 차지하고 있어 조종자를 포함한 인적/물적 피해가 발생하고 있다[5-6]. 또한, 수백 그램의 무게인 완구용 드론일지라도 고속으로 비행하는 유인 항공기와 충돌에 의한 안전사고는 매우 위험하다[7]. 이렇듯이 드론 사고에는 다양한 원인이 있지만, 그중에서 완구용 제조사들이 비행거리에 대한 정보를 제공하지 않는 것에 대한 사용자의 안전불감증이 그 원인으로 작용할 수 있다.

Table 1. Toy & Hobby drone accident statistics by CISS(2015-2017.05)

	Collision with drone	Battery explosion	Crash and malfunction	total
Nb (%)	23 (57.5)	9 (22.5)	8 (20.0)	40 (100.0)

국내에 판매되고 있는 완구용 드론은 수십 가지가 되며 탑재된 센서 및 기능은 산업용 드론과 유사하게 구현되어 있다. 물론 성능의 차이는 산업용 드론과 비교할 수 없을 정도로 낮지만, 일반 구매자는 그 성능의 여부를 알 수가 없어 사용상에 사고를 유발할 수 있다[8].

따라서 본 연구의 목적은 완구용 드론의 비행시간 및 조종 거리 테스트를 통해서 항공안전법에서 명시한 고도 150m 이하에서 안전한 비행을 할 수 있는지에 대한 안전성 테스트를 하여 데이터를 구축하는 것과 제조사가 제공하는 드론 사양에 대한 관련 규정을 논의하는 것에 있다[9-20].

2. 본론

본 연구에 사용된 완구용 드론은 KC와 CE 인증을 받고 국내에서 판매되고 있는 것을 사용하였으며, 비행 시간 및 조종 거리 측정에 사용되었고 Table 2와 같다.

기체 무게와 비행시간은 제조사의 자료를 사용하였다.

Table 2. The specification of toy drone

No.	Model Manufacturer	Weight (g)	Endurance (min.)	BAT (mAh)
1	X8HC SYMA	577.1	9	2000(2S)
2	CONQUEROR DM	155.7	13	600(2S)
3	XS809 VISUO	154.3	7	900(1S)
4	JD509 JINXINGDA	130.4	6	600(1S)
5	ZEALOT-X Shindorne	117.5	12	650(1S)
6	X25 SYTOYS	106.2	9	750(1S)
7	X5HW SYMA	100.5	7.5	500(1S)
8	BLUE CRAB JJRC	75.1	7	500(1S)
9	X22-1 SYTOYS	73.0	8	300(1S)
10	SUPER-S ONEOK	69.5	6	380(1S)

11	I5HW IDRONE	67.3	12	350(1S)
12	ATO-T 3S solution	61.9	7	430(1S)
13	X-21 SYMA	45.6	5	370(1S)
14	SUPER-F ONEOK	39.8	6	340(1S)
15	PETRONE BYROBOT	36.2	8	300(1S)
16	URANUS ONEOK	33.0	6	300(1S)
17	XKY Mini JRCMODEL	24.5	9	180(1S)
18	VATO-DRONE DA HENG TECHNICAL	23.5	8	250(1S)
19	H20 JJRC	21.3	6	150(1S)
20	CX10A GUANDONG CHEERSON	12.1	5	100(1S)

비행 장소는 Fig. 2와 같이 국토부에서 운영하는 대구 드론 시범 공역에서 하였다.



Fig. 3. Dae-gu drone demonstration site

2.1 비행시간 테스트

2.1.1 비행시간 테스트 환경

완구용 드론에 대하여 비행 가능 시간에 대한 범위 측정으로서, 운영인력은 Fig. 3과 같이 조종자 1명, 기록자 1명, 관찰자 1명으로 구성되었다.

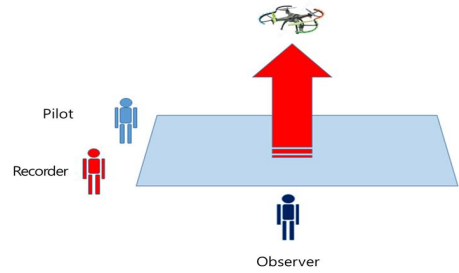


Fig. 4. Endurance test overview

Table 3과 같이 비행거리 테스트를 위해서 조종자는 각 1대의 드론을 조종하였으며, 기록자는 비행시간을 기록하고, 관찰자는 비행테스트의 비상상황과 안전을 담당하였다.

Table 3. The procedure of Endurance test

No.	Item	Contents
1	Preparations	· Aircraft inspection → Battery installation → Remote controller connection → Role distribution (observer, operator, recorder, etc.)
2	Deployment	· Pilot: Preempt the position to secure safety distance after checking controller and placing drone at takeoff · Recorder: report in case of emergency during flight and data recording · Observer: Move to near uncontrollable distance and conduct safety management of aircraft's flight safety and emergency
3	Operation	· Aircraft is raised to 2m altitude at takeoff position · Hovering at flight Altitude and flight until battery exhaust · In case of abnormal situation, flight stop and inspection
4	Report	· Record takeoff time, landing time and flight time in measurement table



Fig 5. Endurance test(outdoor)

Fig. 4는 대구 공역에서 실시한 비행시간 테스트를 보여주며, 외부 온도는 약 7℃이고, 풍속은 4.5 m/s 이하로 측정되었다.

2.1.2 비행시간 테스트 결과

완구용 드론 비행시간 테스트 결과는 다음 Table 4와 같으며, 완구용 드론 총 20대를 각 2회 이상 비행하였다. 측정된 비행시간은 평균 비행시간을 기록하였다. 제조사에서 제시하는 비행시간 이상으로 오래 비행한 드론은 7대 정도였으며, 13대의 드론은 제조사가 제시하는 비행시간에 미치지 못하였다. 또한, 최소 비행시간은 3분 17초를 기록한 CX-10A이고, 최대 비행시간은 12분 04초인 X8HC로 나타났다. 평균 비행시간을 기준으로 5분 이상 비행이 가능한 기종은 총 17대로 나타났다.

Table 4. The result of endurance Test

No.	Model	Spec. (min)	Test (min:sec)
1	X8HC	9	12:04
2	CONQUEROR	13	09:58
3	XS809	7	09:07
4	JD509	6	06:34
5	ZEALOT-X	12	07:36
6	X25	9	06:49
7	X5HW	7.5	12:04
8	BLUE CRAB	7	05:03
9	X22-1	8	06:14
10	SUPER-S	6	06:06
11	I5HW	12	07:52
12	ATO-T	7	05:49
13	X-21	5	05:58
14	SUPER-F	6	07:14
15	PETRONE	8	07:01
16	URANUS	6	04:40
17	XKY Mini	9	05:08
18	WATCH-DRONE	8	07:18
19	H20	6	03:38
20	CX10A	5	03:17

2.2 조종 거리 테스트

2.2.1 조종 거리 테스트 환경

Fig. 5와 같이 조종 거리 테스트 환경은 조종자 1명, 기록자 1명, 관찰자 1명으로 운영하였다.

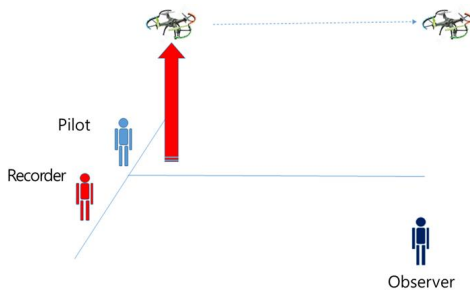


Fig. 6. Control range test overview

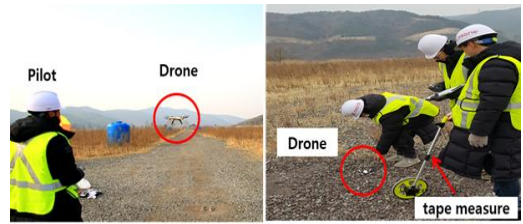


Fig 7. Control range test(outdoor)

Fig. 6은 같이 조종 거리 테스트 진행 상황을 보여주며, 드론이 추락 또는 조종이 안 되는 지점까지 줄자로 거리를 측정하였다.

2.2.2 조종 거리 테스트 결과

Table 5는 조종 거리 테스트 결과를 보여주고 있다. 완구용 드론의 비행거리에 대한 정보를 제공하지 않는 제조사가 대부분이었으며, 이는 실외에서 비행할 때 조종 범위를 넘어서는 위험한 상황을 초래할 수 있다. 본 실험에서는 총 20대를 각 2회로 비행하였으며, 평균 비행거리를 기록하였다. 최소 비행거리는 20.0m를 기록한 PETRONE이며, 최대 비행거리는 378.1m를 기록한 X8HC로 나타났다. 총 20대의 드론 중에서 비행거리가 100m 이상인 기체는 10종으로 나타났다.

Table 5. The result of Control range test

No.	Model	Control range (m)
1	X8HC	378.1
2	CONQUEROR	219.6
3	XS809	228.0
4	JD509	230.9
5	ZEALOT-X	110.6
6	X25	92.5
7	X5HW	224.7
8	BLUE CRAB	292.7
9	X22-1	76.0
10	SUPER-S	142.2
11	I5HW	200.8
12	ATO-T	47.1
13	X-21	147.5
14	SUPER-F	55.0
15	PETRONE	20.0
16	URANUS	38.4
17	XKY Mini	68.6
18	WATCHDRONE	58.1
19	H20	76.8
20	CX10A	33.3

3. 결론

완구용 드론의 비행시간, 조종 거리, 조종 고도 등의 테스트를 통해서 안전기준 재정에 기본이 되는 데이터를 구축하기 위하여, KC와 CE 인증을 받고 국내에서 판매되고 있는 드론 20종을 테스트하여 비행시간 및 조종 거리 테스트를 하였다.

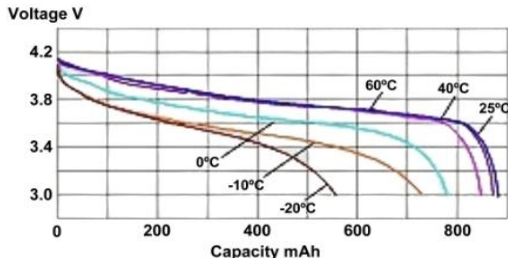


Fig. 8. Typical Discharge Graph(Lithium ion polymer BAT.)

완구용 드론의 비행이 가능한 시간 범위는 최소 3분 ~ 최대 12분까지로 측정되었으며, 본 비행시간 테스트에서 제조사의 사양보다 낮게 나온 이유는 리튬 폴리머 계열의 저온 특성이라고 판단된다. 리튬 폴리머 배터리 제조사마다 조금씩 다른 방전율을 보여주지만, Fig. 7의 리튬 폴리머계열 2차 전지 온도에 따른 방전 특성 그래프가 보여주는 것처럼 25°C에서 최고의 방전율을 가지며 저온으로 갈수록 방전율이 떨어짐을 알 수 있다[13]. 그러나 본 연구에서 사용된 드론의 제조사의 정보와 실제 테스트 결과는 배터리의 저온 특성을 고려해도 많은 차이가 나는 이유는 비행시간에 대한 정보를 제공하는 규칙이나 관련 법 및 조항 등이 현재 없어서이다. 따라서 제조사의 정책에 따라 최대 시간 및 최소시간 등을 선택적으로 명시하므로 소비자들이 사용상에 혼란을 줄 수 있다.

조종 가능한 거리는 최소 20m~최대 약 380m까지로 측정되었다. 수평 조종 거리 결과를 통해서 수직고도 역시 같은 결과임을 유추할 수 있다.

따라서 국내에서 항공안전법상 한계 고도인 150m 이상 조종이 가능한 완구용 드론이 판매되고 있으며, 이는 산업용 드론 운용 시 고려되어야 하는 안전위해요소로 작용할 수 있다.

또한, 전파법상 출력이 10mW 이하로 제한이 되는데, 10mW의 출력으로 도달할 수 있는 거리는 약 100m 정도이다[14]. 본 연구를 통해 최대 378m의 도달 거리를

보여준 드론은 출력이 10mW 이상으로 예측되며 이는 전파법 위반의 가능성이 있다. 따라서 완구용 드론에 대한 전파출력 정보 공개에 대한 관련 법 및 규정 제정이 필요하며, 완구용 드론의 출력에 대한 전수검사는 현실상 어렵더라도 표본검사를 통해서 출력의 위법사항을 막는 것이 필요하다[15]. 그리고 완구용 드론의 한계 비행 거리를 넘어갔을 때는 자동으로 고도를 낮추는 거나 호버링을 하는 알고리즘을 비행 제어 소프트웨어에 필수적으로 탑재하는 방안을 고려해야 한다.

향후 연구 방향은 완구용 드론의 실제 고도 테스트와 충격량 테스트를 통한 완구용 드론의 안전기준 제정을 위한 자료 구축을 할 예정이다.

REFERENCES

- [1] Y. H. Tae, H. S. Ryoo & Y. S. Jeong. (2018). Study on measures to introduce drone delivery service for domestic logistics. *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(5), 243-249.
- [2] Grand view research. (2016). <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/consumer-drone-market>
- [3] J. C. Lee. (2015). Drones to expand the range of use. *Magazine of the SAREK*, 44(11), 90-91.
- [4] Editorial department. (2017). Safety report of drone safety survey results. *Korea Consumer Agency*, (1-31).
- [5] M. J. Hwang. (2016). A Study on consumer protection measures in the drone market. *Policy Research Report*, 1-227.
- [6] T. J. Jang. (2015). The Impact of regulatory policy on drone industry. *The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences Abstract conference*, 494-497.
- [7] Newsis. (2018). <https://news.joins.com/article/23229976>
- [8] J. C. Lee. (2015). Drones expand their reach. *The Society Of Air-Conditioning And Refrigerating Engineers Of Korea*, 44(11), 90-91
- [9] Y. C. Choi & H. S. Ahn. (2015). Current and technology development trends and outlook of drones. *The Korean Institute of Electrical Engineers*, 64(12), 20-25.
- [10] J. H. Jin & G. B. Lee. (2016). Uav / drone understanding and trends. *Korea Institute Of Communication Sciences*, 33(2), 80-85.

- [11] G. Y. Lee. (2016). Drone comes near us. *The Korean Institute of Electrical Engineers*, 65(1), 17-24.
- [12] H. C. Kwon. (2017). A new world by drone. *The Korean Society Of Broad Engineers*, 22(2), 9-17.
- [13] http://www.ibt-power.com/Battery_packs/LiPolymer/Lithium_polymer_tech.html
- [14] https://www2.elecom.co.jp.k.gj.hp.transer.com/network/wireless-lan/column/wifi_column/vol08/
- [15] J. A. Park & S. G. Park. (2008). Study on the revision of license regime for the domestic ISM equipments. *ETRI Electronic Communication Trend Analysis*, 23(6), 135-145
- [16] D. W. Cha. (2019). A study on the requirement of drone acquisition for the efficient dronebot combat system. *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(3), 31-37.
- [17] S. H. Jung. (2017). IT Convergence UAV swarm control for aerial advertising. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(4), 183-188.
- [18] D. H. Kim & Y. H. Lee. (2018). A study on the countermeasures and drones's threats in military security. *Journal of Digital Convergence*, 16(10), 223-233.
- [19] H. M. Cho. (2018). Exploratory research of possibilities and limiation of drone journalism. *Journal of Digital Convergence*, 16(8), 71-79.
- [20] S. H. Jung & H. S. Kim. (2017). Autolanding mission planning of the IT convergence hoverable UAV. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(6), 9-16.

진정 회(Jung-Hoi Jin)

[정회원]



- 2019년 8월 : 한양대학교 방재안전 공학과(공학석사)
- 2013년 8월 : 한국방송통신대학교 무역학과(경영학사)
- 2010년 7월 ~ 현재 : 주식회사 엑스 드론 대표이사

- 관심분야 : 무인비행장치, 드론, 동역학, 무선통신
- E-Mail : ceo@xdrone.co.kr

김규 범(Gyou-Beom Kim)

[정회원]

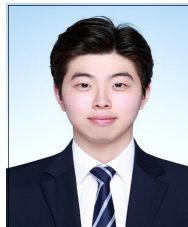


- 2005년 2월 : 건국대학교 항공우주 공학과(공학석사)
- 2013년 2월 : 건국대학교 항공우주 정보 시스템학과(공학박사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 가톨릭관동 대학교 무인항공학과 교수

- 관심분야 : 무인비행장치, 드론, 구조설계
- E-Mail : dronekim@cku.ac.kr

진세 영(Sae-Young Jin)

[정회원]



- 2019년 2월 : 대림대학교 디지털 전자과(공학사)
- 2017년 12월 ~ 현재 : 주식회사 엑스 드론 주임연구원
- 관심분야 : 드론, 전자공학, 무선통신
- E-Mail : syjin@xdrone.co.kr