

## 구난장갑차 동력인출장치의 오일조절용 어댑터 개발

박경철\*, 신헌용\*, 이창희\*<sup>#</sup>

\*국방기술품질원

### A Study on the Oil-Controlling Adapter of Power Take-Off for Armored Recovery Vehicles

Kyung-Chul Park\*, Hun-Yong Shin\*, Chang-Hee Lee\*<sup>#</sup>

\*Defense Agency for Technology and Quality

(Received 12 January 2016; received in revised form 28 January 2016; accepted 30 January 2016)

#### ABSTRACT

When rotating the clutch drum in the power take-off (PTO) gear box of an armored recovery vehicle, lots of inner oil is drained through the adapter by centrifugal force. Therefore, a lack of lubrication is caused by inner oil loss, and the bearing is damaged by overheating. This study, therefore, aims to design an oil-controlling adapter by using shape alteration to prevent oil loss. Both the original and improved adapters were tested at 1,800rpm by using an operational test machine. When applying the original adapter to the gear box, the bearing was damaged by overheating, which was caused by the lack of lubrication. When applying the improved oil-controlling adapter, on the other hand, it prevented the loss of inner oil. Applying the improved adapter is expected to prevent the overheating caused by lack of lubrication.

**Key Words** : Armored Recovery Vehicle(구난장갑차), Power Take Off(동력 인출 장치), Adapter(어댑터)

#### 1. 서 론

구난을 목적으로 하는 차량에는 각종 구난 장비들이 탑재되어 있으며, 구난 장갑차 역시 윈치 및 크레인 등의 구난 장비를 탑재하고 있다<sup>[1]</sup>.

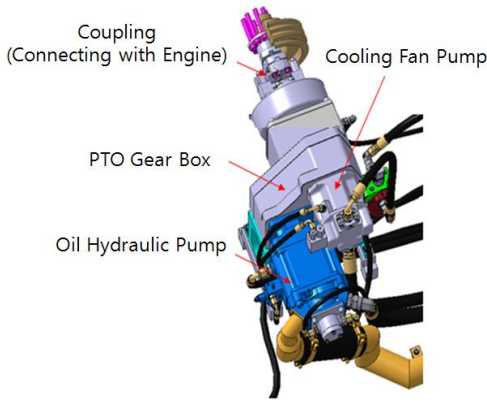
현재 개발된 구난 장갑차는 신형 장갑차의 견인 및 근접 지원 정비를 목적으로 하며, 윈치는 최대 견인력 약 30톤의 캡스턴 타입으로 장갑차가 임무 수행 중에 손상되어 기동불능이 되거나 습지나 수렁 등에 빠져서 자력으로 빠져나오지 못하는 경우

에 신속하고 안전하게 끌어 올리는 역할을 하도록 설계되어있다<sup>[2]</sup>. 또한, 크레인의 경우 인양 능력이 최대 약 15톤으로, 신형 장갑차의 포탑, 동력발생장치 또는 현수장치 등에 고장이 발생하여 임무를 수행 할 수 없을 때, 근접 지원정비를 하거나 정비부대로 후송하기 위해 각종 중량물을 인양하는 역할을 한다<sup>[3-5]</sup>.

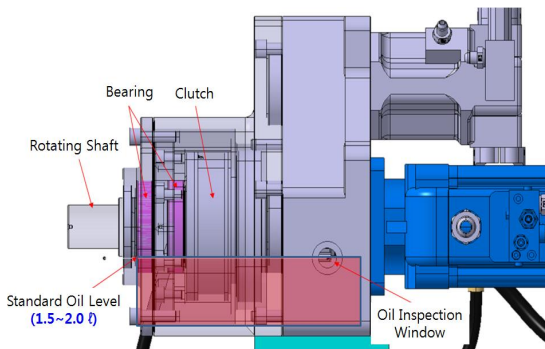
이러한 구난 능력을 발휘하기 위해 구난장갑차에는 별도의 동력 인출 장치(PTO, Power Take Off)가 설치되어 있으며, 여기서 동력 인출 장치란 엔진에서 발생된 동력을 차량에 장착된 부수 장비나 외부 장비에 공급하기 위해 변속기에 설치된 장치를 의미한다. Fig. 1은 구난 장갑차에 설치된 동력 인출 장치 및 구성품을 나타낸다.

# Corresponding Author : kcpark@dtqa.re.kr

Tel: +82-55-279-4127, Fax: +82-55-279-4780



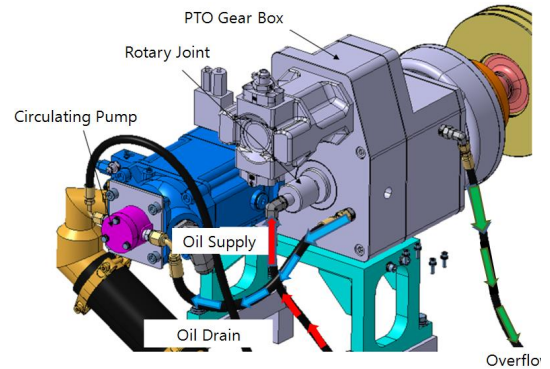
**Fig. 1 Power take off of armored recovery vehicle**



**Fig. 2 Standard oil level of PTO**

동력 인출 장치는 Fig. 2와 같이 약 1.5~2.0l의 내부 오일이 항상 채워진 상태로 구동되며, 기어상자 내부의 클러치가 작동될 경우 로터리 조인트를 통해 기어상자 내부로 오일이 공급되고 순환펌프와 배출구를 통해 오일이 배출되는 구조로 이루어져 있다. 이러한 오일 순환 경로는 Fig. 3과 같다.

현재 구난 장갑차의 PTO기어상자에 적용되어 있는 어댑터는 좌·우가 관통된 형태로, 기어상자 내부 오일량이 적정 수준(1.5~2.0L)보다 많아 졌을 때 오일을 외부로 배출하는 역할을 한다. 하지만 클러치 드럼 회전 시, 내부 오일이 원심력에 의해 벽을 따라 회전하여 좌·우가 관통된 어댑터를 통해 상당량의 내부 오일이 배출구로 빠져나وم(Overflow)으로써 기어상자 내 오일이 부족하여 베어링이 손상되는



**Fig. 3 Oil circulation route**

현상이 다수 발생하고 있다.

이에 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 새로운 형상의 오일 조절용 어댑터를 설계 및 개발 하였으며, 입증 실험을 통해 개발에 대한 타당성 및 유효성 평가를 하고자 하였다.

## 2. 어댑터 형상 개선 및 유효성 평가

클러치 드럼 회전 시, 원심력에 의한 내부 오일 손실을 개선 및 방지하고자 새로운 형상의 어댑터를 설계하였다.

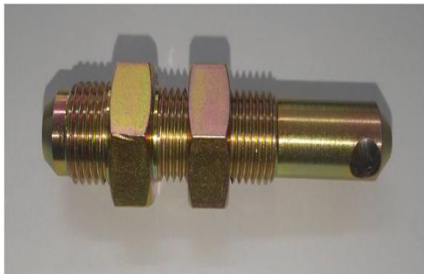
기존 어댑터의 경우 좌·우로 관통된 형태이나, 개선한 어댑터는 클러치 드럼 회전 시 원심력에 의한 내부 오일 손실을 방지하기 위해 우측면을 막았으며, 내부 오일량이 과다해졌을 때 오일을 외부로 배출하기 위해 우측 하단부에 구멍(Hole)을 뚫은 형상으로 제작하였다. 개선 전·후에 대한 어댑터 사진은 Fig. 4에 나타내었으며, Fig. 4(a)는 기존 어댑터, Fig. 4 (b)는 개선한 어댑터를 나타낸다.

어댑터 재질은 SM45C를 사용하였으며, SM45C 재질에 대한 화학 조성은 Table 1에 나타내었고 개선 전과 후 모두 SM45C 재질을 사용하였다.

새롭게 설계한 어댑터에 대한 입증 실험은 Fig. 5의 시험 장비를 사용하여, 모터를 1,800rpm으로 작동 시 기어 상자 외부의 온도 변화를 관찰함으로써 오일 조절용 어댑터 개발에 대한 타당성 및 유효성 평가를 실시하였다.



(a) Original adapter



(b) Improved adapter

Fig. 4 Shape of studied adapters

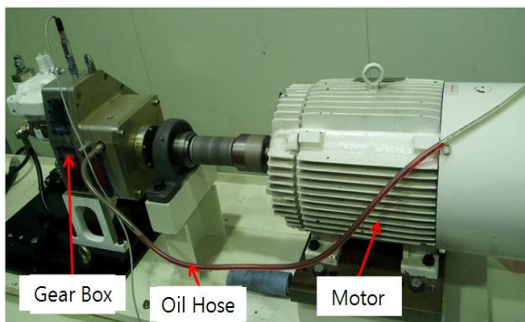


Fig. 5 Operational test machine

Table 1 Chemical composition of SM45C(wt.%)

Material	C	Si	Mn	P	S
SM45C	0.47	0.22	0.80	0.01	0.022

### 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 4(a)와 (b)의 기존 어댑터와 개선한 어댑터를 기어상자 내부에 설치한 후 Fig. 5의 시험 장비를 이용하여 1,800rpm에서 작동실험 하였고, 시간에 따른 기어상자 외부온도 변화의 측정 결과를 Fig. 6에 나타내었다.

기존 어댑터를 적용한 기어상자의 경우 1,800rpm으로 작동 시, 약 40분까지는 기어상자의 외부온도가 일정하게 오르다가 40분을 넘어서는 순간부터는 급격한 온도 상승을 나타내어 45분까지 실험 후 종료하였다. 반면 개선한 어댑터를 적용한 경우, 작동 시간이 0~40분까지는 기어상자 외부온도는 일정한 온도 상승을 나타내었고, 40~100분까지는 안정화되다가, 시험 시간이 약 110분을 넘어서는 기어상자의 외부온도가 약 50°C로 일정하게 유지됨을 확인하였다. 또한 동일 작동시간에서 개선한 어댑터를 적용한 기어상자의 외부온도가 개선 전 어댑터를 적용한 기어상자의 외부온도 보다 항상 낮은 것으로 보아, 개선한 어댑터의 적용으로 인해 오일 손실은 거의 발생하지 않는 것으로 판단된다.

시험 종료 후, 기어상자를 열어 내부의 베어링을 확인한 결과 기존 어댑터가 적용된 제품에서는 베어링이 검게 손상되어 있음을 확인하였으며, 이는 Fig. 7에 나타내었다.

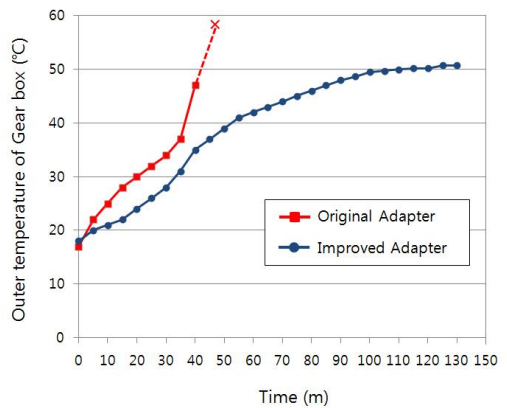


Fig. 6 Surface temperature of gear box during operational test

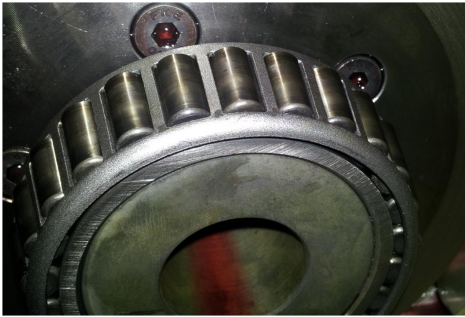
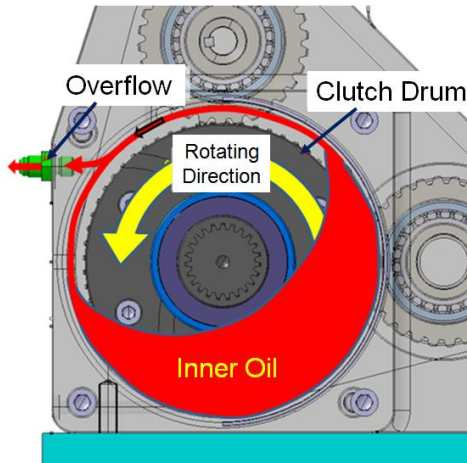
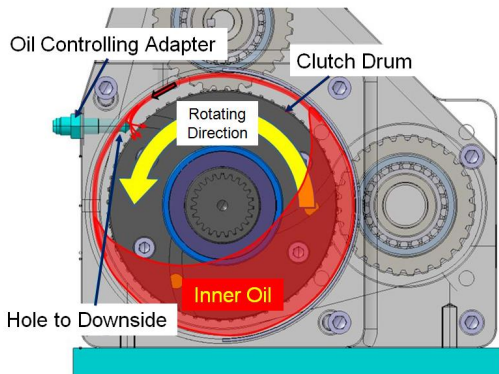


Fig. 7 Digital camera image of damaged bearing



(a) As-is



(b) To-be

Fig. 8 Schematics of inner oil circulation when rotating the clutch drum

기존 어댑터와 개선한 어댑터 적용의 영향성을 분석하기 위해 클러치 드럼 회전 시 내부 오일의 순환을 도식화 하였고, 이는 Fig. 8에 나타내었다. Fig. 8 (a)로부터, 클러치 드럼 회전 시 내부 오일은 클러치 드럼 회전방향으로 벽을 따라 순환하게 되고 이에 좌·우로 관통된 어댑터를 통해 오일은 외부로 배출되게 된다. 이로 인해 내부오일 부족 현상이 발생하며, 윤활 부족에 의한 과열이 발생하여 Fig. 7과 같이 베어링이 검게 손상되게 된다.

반면 Fig. 8(b)의 개선한 오일 조절용 어댑터 적용 시 어댑터의 우측면은 막혀있고 우측하단에 구멍이 뚫려 있으므로, 클러치 드럼이 회전하더라도 내부 오일의 손실은 발생하지 않은 것으로 판단되며, 또한 윤활 부족에 의한 과열 역시 방지될 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서 설계 및 제작한 오일 조절용 어댑터를 구난장갑차의 동력 인출 장치에 적용하는 것은 타당하며, 향후 차량 등의 유사 동력 인출 장치에도 본 연구에서 개발한 어댑터의 적용이 가능할 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 구난장갑차 동력 인출 장치의 윤활 부족에 의한 과열을 방지하고자, 오일 조절용 어댑터를 새롭게 설계 및 개발하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기존 어댑터 적용 시, 좌·우로 관통된 배출구를 따라 오일 손실이 발생함으로써 윤활 부족에 의한 과열로 베어링이 손상되었다.
2. 개선한 오일 조절용 어댑터 적용 시, 클러치 드럼이 회전하더라도 내부 오일 손실은 발생하지 않았으며, 이로 인해 윤활 부족에 의한 과열 역시 방지될 것으로 기대된다.

#### 후 기

“이 논문은 국방기술품질원의 지원을 받아 작성하였습니다. 청렴은 선택이 아니라 필수입니다.”

## REFERENCES

1. Jung, W. S., Lee, B. S. and Sim, H. S., "A Application Method of Engine-Generator Power System in Ambulance," Journal of The Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 3, pp. 187-192, 2012.
2. Ku, H. K., Kim, J. W., Won, C. and Song, J. I., "Optimization and Structure Analysis of Brake Disc for Free-fall Winch," Journal of The Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 3, pp. 55-61, 2012.
3. Song, B. J., The Report on the Next Generation Rescue Armored Vehicle Crane Structure, DTaQ-10-2583-R, pp. 1-39, 2010.
4. Jung, J. W., Jung, U. H., Kim, C. S., Yu, Y. S., Park, K. C., Park, K. C., "Structural Integrity Evaluation for Crane Bracket of Armored Recovery Vehicle", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 16, No. 5, pp. 653~658, 2013.
5. Han, D. S., Ha, J. M. and Han, G. J., "Creative Design of Large-Angle Pin Type Load Cell for the Overload Limiter of a Movable Crane", Journal of The Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 9, No. 1, pp. 35-41, 2010.