

# 이동통신 중계기에 이용되는 틸팅유닛의 디자인

이정현\*, 박재원<sup>+</sup>

(논문접수일 2011. 05. 11, 수정일 2011. 10. 24, 심사완료일 2011. 11. 26)

## Design of Tilting Unit for Mobile Radio Communication Repeater

Jung-Hyun Lee\*, Jae-Won Park<sup>+</sup>

### Abstract

Recently WCDMA signal transmission technology by large output microwave antenna have showed reduction of human resources and operating expense. But the existing antenna brackets cost is very expensive also its structure and functions are complicated. Unit brackets, suspending some sensors, subjected to acceleration loads, often fail due to self-vibration. To prevent such failures, it is necessary to understand the fatigue failure mode and to evaluate the fatigue life using tests or analysis techniques. The objective of this study is to develop the component test specifications, which are applicable to predict fatigue life at initial product design step, for unit brackets using vibration fatigue technique. So its application is limited to installation and management. In this project, we studied about more convenient bracket for microwave antennas through improvement on the existing antenna bracket's shortcoming and could develop an improved universal antenna bracket system for simple installation and application.

**Key Words** : Antenna bracket(안테나 브라켓), Convenient bracket(설치용브라켓), Micro wave antennas(마이크로웨이브 안테나), Universal antenna(범용 안테나)

## 1. 서론

요즘 이동 통신사에서는 3G라 하여 WCDMA 기술을 통해 화상통화를 제공하고 있다. 최근의 기술은 도심지역 대상으로 각각의 고층 건물별 옥상에서 안테나를 설치하고 한 개의 중계기가 반경 몇 km의 지역을 통신이 원활하게 하는 것이다. 그러나 WCDMA 기술을 구축하면서 한 건물에 주 장비 하나만 설치하고 나머지는 고출력 마이크로웨이브 안테나를 설치하여 신호를 주고 받으며 인건비 및 설치 비용을 경감하는 시너지 효과를 보여주고 있다<sup>(1)</sup>. 본 디자인 개발 제품은 WCDMA 장비의 안테나가 부착되는 다각도 조절 장치로 기존의 장비는 가

격이 고가 이며 구조 및 기능이 복잡하여, 설치 및 운용에 제약이 많아 적용 및 응용범위가 제한적이다.

본 디자인 개발 제품의 목적은 기존의 단점을 수정 보완하여 가볍고 다양한 응용이 가능한 범용(Universal)장비 개발을 통해 쉽게 설치가 용이하고, 조작이 간편하여 운용비용 및 신규 시장 창출에 큰 기여를 하는데 있다.

## 2. 디자인 연구개요

본 제품은 하나의 SUB Assembly 개념으로 다양한 제품에 부착될 수 있으며, 두 개의 축으로 상·하·좌·우 원하는 다각도

\* 불보 자동차(스웨덴)

+ 교신저자, 서울과학기술대학교 NID 융합기술 대학원 나노IT융합 프로그램 (weldingtig@hanmail.net)

주소: 서울시 노원구 공릉동 17-2

로 움직이고, 위치고정 시 유용한 효과가 있는 제품이다. 앞서 기술한 개발과제의 목표를 달성하기 위해서는 제품을 형성하는 몇 가지 Unit에 대한 세부적인 개발 목표를 설정할 수 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

- 1) 장비 운용 및 유지보수의 편의성을 위해 기존 도구를 사용하여 고정을 하는 부분들을 공구 없이 손으로 조작이 가능 하도록 개선하여 단순화
- 2) 해안주변이나 산악지역에 설치 시 기상이나 주변 환경의 영향을 최소화 할 수 있는 부분의 개발
- 3) 사람이 아닌 무선으로도 각도 조절이 가능케 하여 안정성 및 비용절감을 할 수 있는 저가 보급형의 장비 개발

한편 연구 개발 실시에 앞서, 브라켓 디자인 및 개발과제에 대한 선행 특허 조사를 실시하였다. 종래의 틸팅유닛의 일례(특허출원 제 10-2004-0088778호)의 경우, 정밀한 방향 및 각도 조절이 불편하고, 이에 따라 안테나의 방향성 및 안정성까지 영향을 미치는 문제점이 있었다. 본 연구에서는 보다 손쉽게 방향 및 각도의 조절이 용이하고, 브라켓의 무게를 경감시킴과 동시에 안정성을 확보하여 기존의 문제점을 개선하고자 연구를 진행하였다.

### 3. 디자인 연구 내용

본 제품은 전송용 마이크로웨이브 장비의 안테나 설치용 브라켓에 관한 것으로 보다 안전하고 실용성 있게 설치, 분리, 교체 작업 등을 용이하게 수행할 수 있도록 하는 것이다. 일반적으로 마이크로웨이브 장비는 UHF 밴드에 속하는 300~3,000 MHz 및 SHF 밴드에 속하는 3~30GHz 의 마이크로파를 사용하는 장비로서, 우수한 지향성과 장거리 통신의 적합성으로 인하여 기지국에서 송신하는 전파가 미치지 못하는 외곽 지역이나 산악지역 등 기타 지형지물로 인해 차단된 지역이나 통화가 불가능하거나 통화 품질이 나쁜 특수 음영 지역의 무선 환경을 개선할 수 있는 마이크로웨이브 주파수 대역을 사용하는 제품에 적용된다.

Fig. 1은 현재 적용되고 있는 기존에 출시된 틸팅 유닛을 장착한 장치이다. 이러한 장치는 다른 기지국이나 중계기의 안테나 장비와는 달리 기상 악조건에서도 변화가 없이 안정적으로 성능이 유지되어야 하고, 높은 내구성이 요구된다. 기존의 장비는 기둥에 두 개의 구조품을 설치해 한 개의 제품이 완성품이 되는 다소 복잡한 구조로 이루어진다. 또한 구조품으로 이루어져 무게가 무거워 이로 인하여 1인 작업자에 의한 설치 및 분리작업이 매우 힘들 수밖에 없는 작업자의 손쉬운 작업성과 안전성을 개선시켜야 하는 부분들이 발생되고 있다.

Fig. 2와 같이 기존에는 장비를 교체하거나 정비 및 개선하기 위해서는 다수의 볼트와 공구 등을 이용하여 분해, 조립해야



Fig. 1 Installation case of the product

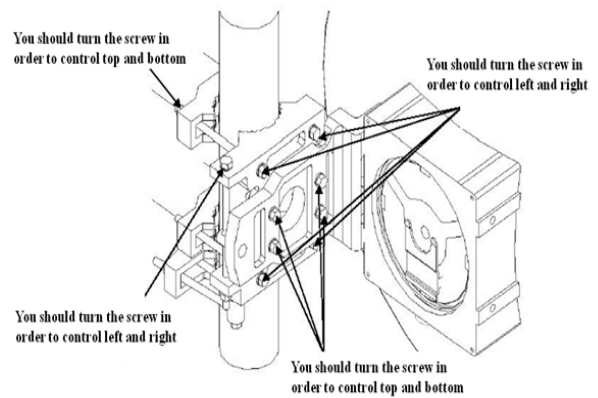


Fig. 2 Structure of existing product's bracket

하는 많은 불편함이 있었다. 특히 기존 제품의 크기(8L)가 크고, 무게(17kgf)가 무겁기 때문에 이로 인하여 작업자는 무거운 제품을 지지한 상태에서 볼트를 체결, 장착하여야 하므로 그 작업이 고될 수밖에 없었다. 다각도 조절 장치는 종래의 제반 문제점을 해결하기 위해 고안된 것으로, 손쉬운 작업성과 안정성을 향상시키고자 하였다.

Fig. 3은 A사 제품의 모식도이다. 재질은 주철로 이루어져 있으며, 일체형으로 이루어져 있다. 그러므로 상·하·좌·우 원하는 다각도로 조작하기 위해서 위치 고정 시 공구 및 작업성이 떨어지는 불편한 점이 있다.

Fig. 4는 옥내에 설치되는 이동통신 중계기 또는 지향성을 갖는 소형 패치 안테나를 장착하고 벽면이나 마스트 등에 설치되어, 상기 중계기 또는 안테나를 설치가 용이하고 상·하·좌·우로 틸트 시키거나 회전시킴으로써 각도조절이 용이한 틸트 유닛에 관한 것이다. 종래에는 이동통신용 안테나가 내장된 일체형 중계기 및 패치 안테나의 각도 조절 시에 각도를 조정된 후 고정용 공구를 사용하여 별도로 고정을 해주어야만 하는 단점이 있다. 또한, 중계기 및 패치 안테나를 벽체에 설치하고자 할 때 상기 틸트 유닛을 분리하여 고정판을 먼저 벽체에 설치한 후에 틸트 유닛을 다시 조립하여야 하는 불편함이 있다. 이에

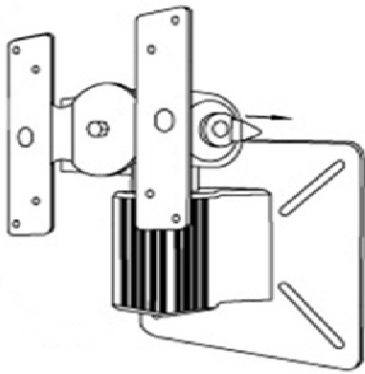


Fig. 3 A Company product

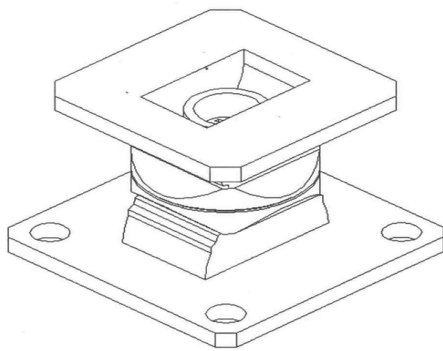


Fig. 4 B Company product

본 고안은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 지향성을 갖는 중계기용 소형 패치 안테나 또는 안테나를 내장한 일체형 소형 중계기에 있어서, 상기 중계기 또는 안테나의 설치가 용이하고 상·하·좌·우로 틸트 시키거나 회전시킴으로써 각도조절이 용이한 틸트 유닛을 제공한다.

본 연구를 위해 개선해야 될 사항들은 브라켓의 요크와 서로 마주하는 면에 브라켓의 요크와 수직하게 요크를 형성한 클램프 요크와 각각 힌지 결합되어 상기 브라켓이 상하 및 좌우 방향으로 회전할 수 있도록 상부 및 클램프의 측면에는 각각 상기 브라켓의 회전 방향 및 각도를 작업자가 식별할 수 있도록 하는 각 도표 시부를 형성 클램프의 요크에 형성된 다수의 가이드 홈을 따라 각각 이동하면서 브라켓의 회전 방향 및 각도가 조절된 상태를 유지 시키는 다수의 고정봉 등이 포함되어야 한다.

#### 4. 연구 결과 및 고찰

Table 1은 연구개발품과 각 제조사별 제품의 재질, 무게와 단가를 비교한 표이다. 기존의 제품은 모두 주조품으로 제작되었으나, 본 연구에서의 연구개발품은 알루미늄 주조품으로서, 무게 경량화와 비용절감을 개선하고자 하였다. A사의 경우 단가 및 중량을 비교를 했을 경우 약 7kg, 55% 정도 절감되었고,

Table 1 Comparison of material and weight and price

Company	Material	Wight(kg)	Price(Won)
A	Cast Iron	15	55,000
B	Cast Iron	17	60,000
C	Cast Iron	19	70,000
D	Cast Iron	21	80,000
Product	Cast Al	8	34,500

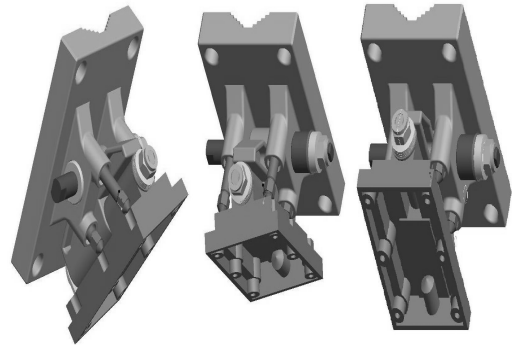


Fig. 5 3D illustration of improved product

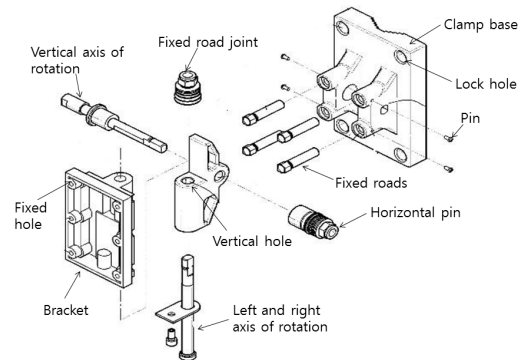


Fig. 6 Assembly drawing of improved product

B 사의 경우 약 9kg, 65% 정도 절감 되었고, C사의 경우 약 11kg, 75% 정도 절감 되었고, D 사의 경우 약 13kg, 85% 정도 절감 되었다는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 5, 6은 연구 디자인 한 제품의 3D로 모델링 한 형상과 조립도를 나타낸 것이다. 이동통신 중계기에서 한쪽의 안테나 각도가 미소한 크기가 어긋나게 되면 비록 0.1°일지라도, 1km 밖에서는 안테나 면적을 완전 빗겨나는 각도가 된다. 그만큼 각도에 민감하다. 하지만 본 제품은 4개의 지지 봉으로 제품을 받쳐주기 때문에 바람의 영향을 받지 않으며, 특정 공구(스패너)를 사용하지 않아도 널링 부분을 이용하여 손으로 조정이 가능하다. Fig. 3은 제품의 측면도에 대한 형상이다. 내부의 구조 및 공구를 사용하지 않고 손으로 조작이 가능한 형상을 나타낸 것이다.

Fig. 7, 8은 제품의 단면도 및 측면도에 대한 형상이다. 내부의 구조 및 공구를 사용하지 않고 손으로 조작이 가능한 형상을 나타낸 것이다.

Fig. 9, 10은 상하 조절 및 좌우 조절에 대해 각도 판을 부착

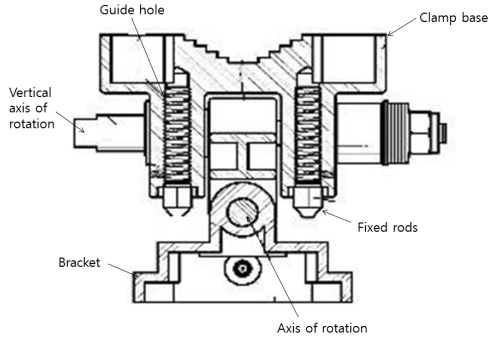


Fig. 7 Sectional view of improved product

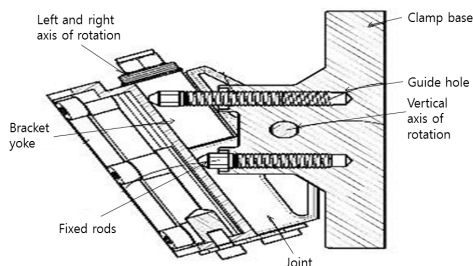


Fig. 8 Side view of improved product

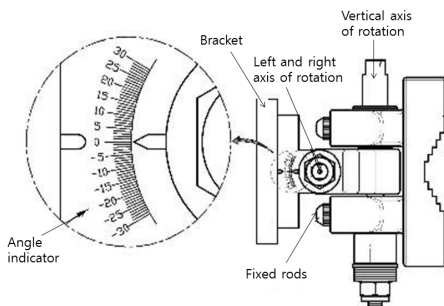


Fig. 9 Upper view of improved product (angle plate)

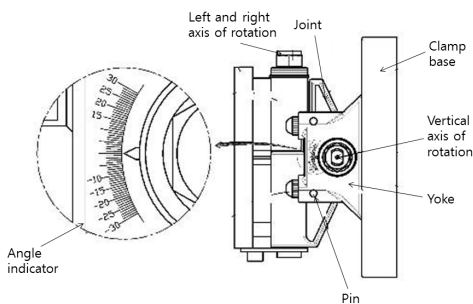


Fig. 10 Side view of improved product (angle plate)

하여 산악지역 및 고층 건물이 많은 도심지역의 조건하에서도 사용할 수 있도록 각도 조절이 용이한 각도조절장치를 모델링한 형상을 나타내었다. 이에 따라 본 제품은 손으로 미세 조절이 가능하다. 기존 제품의 경우 각도조절이 스패너를 사용하여 대략적으로 조정하였으나, 본 개선제품은 각도조절이 1°씩 미세하게 조절이 가능하도록 제작되었다.

본 디자인 제품은 기본적으로 판금 및 금형, 캐스팅 등의 제작 공정 및 가공 방법 등을 이해하고 설계 내용에 반영할 수 있는 능력이 요구되며 풍동 및 염수분무, 진동 등 각종 신뢰성 실험 등을 하여야 한다. Microwave 대역의 안테나는 송수신을 하는 고출력으로 작게는 2km, 길게는 10km, 평지나 방해물(건물, 산)이 없는 경우에는 30~40km 까지도 송수신이 가능하지만, 계절의 영향(비, 바람, 태풍 등)에는 민감하게 반응한다. 기존 제품은 주철로 이루어져 있으며, 크기가 8L, 무게가 17kgf 이었다. 하지만 본 디자인 제품은 크기 4.4L에 무게 8kgf으로 경량화 시켰으며, 가격 면에서도 약 60%이상 절감시켰다. 또한 설치 시 안테나의 위치를 정하는 시간을 단축하고 작업자의 위험을 최소화 한다는 장점이 있다. 또한 두 개의 축에는 각도 판이 부착되어 있어 안테나의 각도를 조정하며 알 수 있고, 그것의 내역 또한 관리가 가능하다. Fig. 11은 연구 디자인한 제품의 형상을 나타낸 것이다. 무선 조정을 위해 들어간 두 개의 모터와 PCB 등을 방수 처리 하는데 구조상 문제가 발생하였으며, 회전을 위해 추가된 베어링은 가공 시 고도의 정밀함을 요하는 부분이라 제품의 가격 상승에 대한 원인으로 사료된다.

Fig. 12는 지지 봉을 연결하여 실제 제품을 설치, 적용한 모습이다. 현재는 적용 방향을 안테나가 아닌 실내에 설치되는 옥내용으로 하고, 크기 및 무게에 따라 세분화 시켜 알루미늄이 아닌 플라스틱 사출로 한다면 방수가 아닌 방우 규격을 적용하여 무게를 줄이고 용도에 절충하는 가격을 형성할 수 있을 것이다.

디자인 제품은 총 4번의 디자인 변경과 제작 과정을 거쳐 완성도를 높였고, 마침내 알루미늄 다이캐스팅(AICD)을 통해

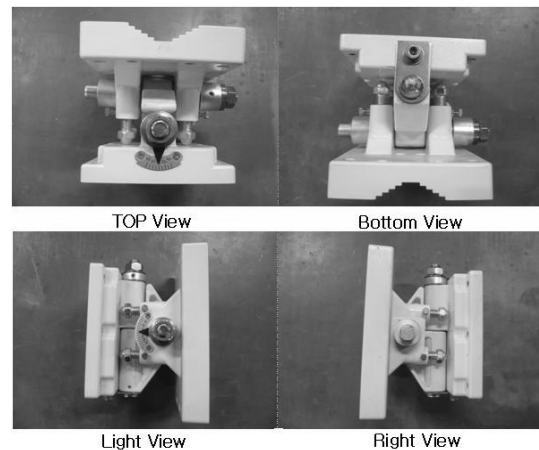


Fig. 11 Shape of improved product



Fig. 12 Installation of improved product

브라켓과 클램프를 제작하였고, 각도 판 및 지시판은 프레스 작업, 지지 봉은 전조 가공을 통해 완성되었다.

## 5. 결론

마이크로웨이브 장비의 안테나 설치용 브라켓을 개선하기 위한 디자인연구로 안전하고 실용성 있는 틸팅 유닛은 각도 조절이 쉽고 탈착이 용이한 제품디자인을 알루미늄으로 제작하여 틸팅 유닛의 중량을 경량화 시킨 다음 본 제품을 현장에 적용한다면 가격을 약 60% 이상 저렴하게 할 수 있을 것이라고 생각된다.

## 참고 문헌

- (1) Ajay, R. M., 2000, *Fundamentals of Cellular Network Planning and Optimisation*, John Wiley & Sons, New York.
- (2) Bo, G., Bo, H., Sven, P., and Joakim, S., 2000, "Advanced Antenna Systems for WCDMA: Link and System Level Results," *The 11th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, Vol. 1, pp. 62~66.
- (3) Yoon, H. G., and Han, G. J., 2000, "A Study on the Design of Fabric of Automobile Based on an Analysis of Customer's Sensibility," *KSDC*, Vol. 6, No. 2, pp. 469~483.
- (4) Koo, S., 1999, "A Research for the Pattern of the Instrument Panel Design of Passenger Cars," *Journal of Korea Society of Design Science*, Vol. 12, No. 4, pp. 99~108.
- (5) Bing, Y. H., 2008, "Car Design Process," *Journal of the Korean Society of Automotive Engineers*, Vol. 30, No. 5, pp. 36~38.
- (6) Lee, Y. J., 2004, "Development of a Monolithic Apparatus for Degassing Aluminum Continuous Casting Molten Metal," *A Treatise in the Spring Congress in 2004 by KSMTE*, pp. 115~120.
- (7) Park, Y. S., and Park, G. J., 1997, "A Development of Move Limit Strategy Based on the Accuracy of Approximation for Structural Optimization," *Journal of the Korea Society of Mechanical Engineers*, Vol. 21, No. 8, pp. 1218~1228.
- (8) Kim, H. G., Yang, S. M., Noh, H. G., Nah, S. C., You, K. H., and Cho, N. I., 2003, "A Study on the Optimal Shape Design of 2-D Structures," *KSMTE*, Vol. 12, No. 2, pp. 9~16.
- (9) Kim, H. G., Nah, S. C., Kim, S. C., Kang, Y. W., Yang, G. E., Lee, H. K., and Choi, M. C., 2004, "A Study on the Dynamic Analysis in the Shaft of Turbo-blower for Fuel Cell," *KSMTE*, Vol. 13, No. 1, pp. 81~87.
- (10) Park, J. H., and Yoo, H. H., 1997, "Vibration Analysis and Experimental Study for Rotating Structures," *KSME(A)*, Vol. 21, No. 2, pp. 272~280.
- (11) Lee, B. C., and Oh, S. H., 1996, "A Study on the Development of an Efficient Subspace Iteration Method," *KSME(A)*, Vol. 21, No. 11, pp. 1852~1861.
- (12) Domkin, K., and Hattel, J. H., 2009, "Modeling of High Temperature and Diffusion-controlled Die Soldering in Aluminum High Pressure Die Casting," *Journal of Materials Processing*, Vol. 209, No. 8, pp. 4051~4061.