

Dual Tx Ant.를 이용한 통화품질 개선에 관한 연구

(A Study on the Improve of Speech Quality Using the Dual Tx Ant.)

金松旼*, 金仁煥**

(Song-Min Kim and Ihn-Hwan Kim)

요 약

현용 이동전화의 셀룰라 시스템 기지국은 대부분 3섹터로 운용되고 있다. 그러나 특정 기지국의 지형지물에 의한 전파환경 때문에 수신 전계강도 취약지역 또는 전파 음영지역이 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해 특정 섹터에 두 개의 주빔이 필요하게 되므로 경제적 과대 투자 비용과 운용비를 감수하면서도 4섹터 기지국으로 설계를 해야한다. 따라서 논자는 특정 기지국을 4섹터로 설계하는 대신 Dual Tx Ant.를 설치 운용함으로써 경제적 부담을 최소화하고 통화품질을 향상시킬수 있도록 하였다. 시험 대상 기지국으로 서울의 양평기지국과 개포기지국 그리고 부산의 덕천기지국을 선정하였고, Dual Tx Ant.설치전과 설치후의 데이터를 비교하여 그 실용성을 확인 하였다.

Abstract

Most cellsite are operated by 3-sector system in these days. Due to the weak propagating signal caused by peculiar topography, there exist weak or shadow regions. To solve this problem, we need double beam in a sector, thus we have to design 4 - sector cellsite even if investment cost and maintenance cost gets high. We propose here using the dual TX-ANT instead of designing 4-sector cellsite to reduce investment cost and to improve call quality. We choose YangPeong and Gepo cellsite in Seoul and DuckCheon cellsite in Pusan to run the experiments. And we verified the practicality by comparing data before and before and after the installation of dual TX-ANT.

I. 서 론

다발 정보화 사회로의 급속한 진전으로 이동통신의 수요가 급증하고 고품질의 서비스가 절실히 요구됨에 따라 지금까지의 상용 이동통신방식인 아나로그 FM방식은 디지털방식으로의 전환이 불가피하게 되었다.^[1~4]

이동통신용 디지털 전송방식으로는 CDMA (code

division multiple access) 방식, TDMA (time division multiple access) 방식 그리고 FDMA (frequency division multiple access) 방식 등이 연구 개발^[5~8]되어 일부 실용화되고 발전 단계에 있다. 1980년대에 들면서 마이크로프로세서 기술이 더욱 발달함에 따라 확산대역방식인 CDMA는 군사통신, 위성통신, 장거리 비밀통신은 물론 이동통신 등에 이용되고 있다.^[9~14]

그러나 오늘날 이동통신 사업이 직면하고 있는 가장 큰 현안 문제는 가용할 수 있는 무선 주파수대역이 제한되어 있고 전파경로의 다변화로 인한 신호의 왜곡을 피할 수 없다는 사실이다.^[15~17] 따라서 최소한도의 할당된 주파수대역으로 이용률을 극대화시키고 통화품질

* 正會員, 익산大學 電子科

(Dept. of Electronics Iksan College)

** 正會員, 松源大學 電子科

(Dept. of Electronics Song Won College)

接受日字: 1998年4月18日, 수정완료일: 1998年7月5日

질을 개선하여 이용자에게 만족한 서비스를 줄 수 있는 시스템을 개발 또는 선정하여 그 활용방안을 극대화시킬 필요가 있다. 이와같은 방안의 하나로 셀룰라 시스템이 개발되어 널리 응용되고 있다.^[18~20]

셀룰라 이동전화는 서비스하고자 하는 전지역을 여러 개의 무선 기지국인 cell로 분할하여 구성하고, 교환시스템으로 집중제어하므로 각 셀(cell)간 핸드오프(handoff)가 원활히 이루어지도록 하는 방식이다.^[21~23] 셀룰라 이동전화시스템에서 단말기의 사용주파수는 각 기지국이 지정해 주는 채널주파수에 자동 동조된다. 셀 간 간섭을 최소화하여 통화품질을 유지하기 위해서 인접한 기지국은 각기 다른 주파수를 사용하고 셀간을 이동 중인 단말기가 지속적인 통화를 할 수 있도록 하기 위해 교환기는 통화채널을 통제하여 적절한 주파수로 단말기를 전환시킨다. 셀룰라 이동전화는 일정간격 떨어져 있는 기지국에 동일 채널을 할당하여 주파수를 재사용 하므로 주파수 이용 효율을 증가시켜 결과적으로 가입자 수용 용량을 증대시키는 장점이 있다.^[24,25]

그러나 가입자의 폭발적인 증가로 인하여 현용 이동통신은 절대 채널이 부족하고 통화중 잡음, 통화중 절단 등의 현상이 필연적으로 발생하므로 수용 용량이 보다 크고 페이딩 현상과 전파 음영지역으로 부터 보호될 수 있는 중계시스템 개발이 절실히 요구된다.^[25]

AMPS 방식과 CDMA방식을 총 망라하여 현용 셀룰라시스템은 대부분 3섹터 방식으로 운용되고 있으나 특정 섹터내 지형 지물의 전파환경 때문에 수신전계강도 취약지역 또는 음영지역이 발생하는 경우 이의 해소를 위해 동일한 섹터에 2개의 주빔이 필요할 때가 있다. 결과적으로 특정 기지국을 4섹터 기지국으로 운용해야 만 하는데 이에는 과대 시설투자비와 운용비가 소요되어 문제점으로 지적된다.

본 논문에서는 기지국을 4섹터로 운용하는 대신 특정 섹터의 송신기에 전력분배기를 부가 설치하여 송신 안테나를 이원화 함으로써 4섹터 방식을 대신할 수 있도록 한다. 즉, 특정 섹터에 2중 송신 안테나(Dual Tx Ant.)를 병용함으로써 지형적 특성 때문에 발생하는 저수신 전계강도 지역과 음영지역을 해소하여 통화 품질을 향상시킨다.

시험 대상 기지국으로 수도권의 양평기지국과 개포 기지국 그리고 부산권의 덕천기지국을 선정 Dual Tx Ant.를 설치하고, 두 기지국을 중심으로 한 그 주변 일대의 설치전과 설치후의 시험 데이터를 구하여 그

결과를 비교함으로써 Dual Tx Ant.의 실용성을 확인한다.

II. 전력분배기와 Dual Tx Ant.의 동작원리

1. 전력분배기 설치와 신호 보상

① 전력분배기 전기 기구적 특성

현용 기지국 시스템에서 상용되고 있는 전력분배기의 전기적 특성은 표 1, 구조도는 그림 1 과 같다.

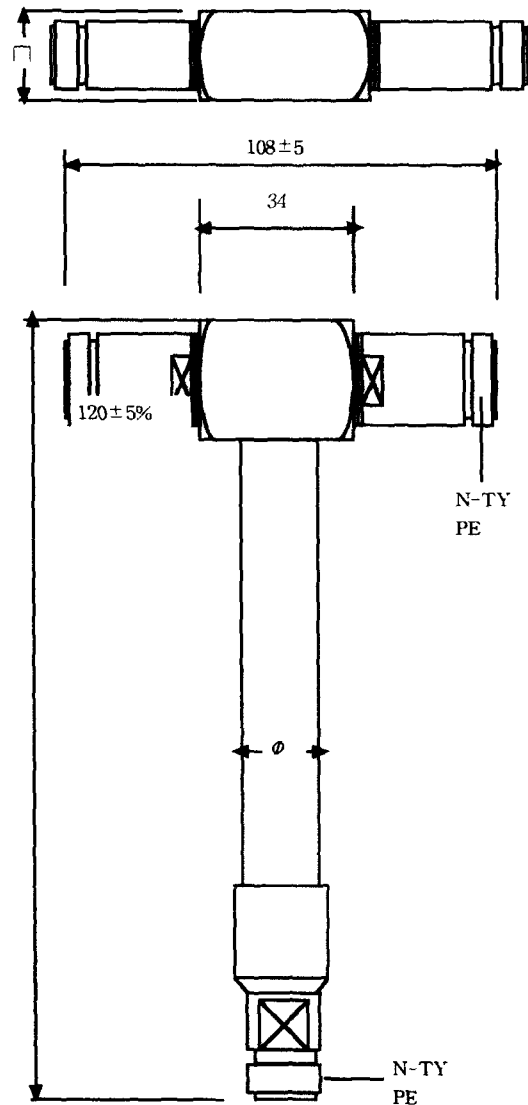


그림 1. 전력분배기 구조도
Fig. 1. A structure of power distributor.

표 1. 전력분배기의 전기적 특성
Table 1. A electric character of power distributor.

| | |
|--------|------------------|
| 모델명 | PD-82 |
| 주파수 범위 | 820~920 MHz |
| 대역 폭 | $f_0 \pm 50$ MHz |
| 정재파비 | 1.1 : 1 이하 |
| 임피던스 | 50 ohms(공칭) |
| 삽입손실 | 0.1 dB 이하 |
| 최대허용입력 | 100 W |
| 사용온도범위 | -30°C ~ +60°C |
| 분배방향 | 2 way |
| 재질 | 분체 도장(BLACK) |
| 크기 | 120 × 108 × 20mm |
| 무게 | 290g |
| 입력커넥터 | "N" - Female |
| 출력커넥터 | "N" - Female |

② 정재파비(VSWR)

송신대역에서(869.04~893.97 MHz)에서 정재파비 1.07, Return Loss -3.1 dB이다.

③ 신호세기 보상

전력분배기에 의한 손실은 안테나의 이득을 기준 9dB 보다 3dB 높은 이득을 가진 안테나를 사용함으로써 신호세기를 보상할 수 있다.

④ Tx Ant. 추가 설치에 따른 정재파비 특성

Tx Ant. 를 설치하기 전·후의 개괄적인 VSWR 및 Returnloss는 표 2와 같다. 그 결과 정재파비는 1.18 그리고 Returnloss는 5.9dB 정도 향상되었다.

표 2. Dual Tx Ant. 설치 전후 정재파 비
Table 2. VSWR before and behind the Dual Tx Ant. installation.

| 개포기지역 | 설치전 | 설치후 | 단위 |
|-------------|------|-------|----|
| 정재파비 | 1.16 | 1.08 | |
| Return Loss | -22 | -27.9 | dB |

2. Dual Tx Ant.의 동작원리

CDMA는 원리상 QPSK 변조방식으로서 신호간 위상차가 발생할 경우 그림 2와 같이 rake receiver에서 각 신호들을 식별하여 symbol combiner에서 신호가 더해지기 때문에 다중경로에 강한 시스템이다.

finger는 despreader에서, Walsh 복조는 QPSK 복조와 데이터 검파기에서 각각 수행하는데 모든

finger 들은 독립적으로 이 복조를 처리한다. 따라서 다중경로 지연이 충분히 큰(1/4칩 이상) 신호들은 독립된 신호로 간주되어 각 finger에서 복조를 수행하게 된다. 이렇게 하여 복조된 신호들은 combining block의 symbol combiner에서 최대비로 결합 된다. 그러므로 CDMA 방식의 동일 섹터에서 송신 안테나 하(Tx #1) 만으로 단말기의 수신 전계강도가 충분치 못한 지역 또는 음영지역이 발생하는 경우 이의 해소를 위해 또 다른 송신 안테나 (Tx #2)를 설치하면 두 안테나로부터의 수신신호가 단말기의 rake receiver에서 결합됨으로써 수신상태를 개선할수 있다.

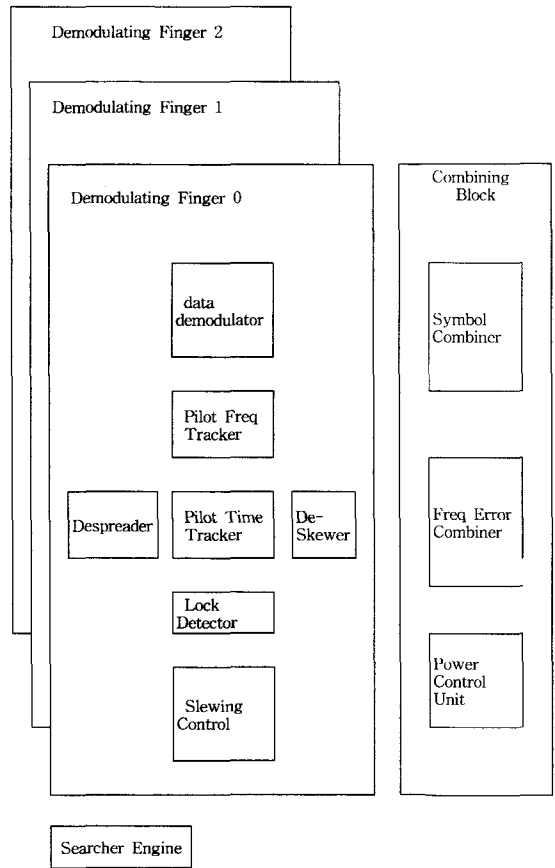


그림 2. CDMA 단말기 복조부의 구조(Rake receiver)

Fig. 2. A structure of CDMA demodulator. (Rake receiver)

한편 AMPS방식은 FM 변조방식으로써 CDMA방식에서와 마찬가지로 수신 전계강도 열악지역과 전파 음영지역의 해소를 위해 동일 섹터내에 두 개의 송신 안테나를 설치하는 경우 수신전계강도 중복지역에서 수

신된 두 신호간 위상차가 없는 경우는 신호세기가 배가되므로 실효성이 있다. 그러나 실제 AMPS방식에 의한 단말기 수신신호 대부분은 다중경로 페이딩으로 인하여 위상차를 갖게 되므로 신호간 간섭을 유발하게 되어 Dual Tx Ant.설치로 통화품질을 개선할 수 없다.

III. Dual Tx Ant. 설치

CDMA 셀룰러 시스템 3섹터(α 섹터, β 섹터, γ 섹터) 기지국의 α 섹터에 송신안테나 (Tx #2) 하나를 추가한 모습은 그림 3과 같다. Dual Tx Ant.를 설치하고자 하는 섹터에 선형전력 증폭기와 대역통과필터를 거친 최종단 송신출력 급전선에 1 : 2 전력분배기를 설치하여 각 출력단에 2개의 송신안테나를 설치한다. 이 때 각각의 송신안테나는 신호세기 향상을 목표로 하는 방향으로 빔을 지향시킨다. 1 : 2전력분배기로 인한 3dB 손실은 3dB 이득송신안테나를 사용하여 보상한다.

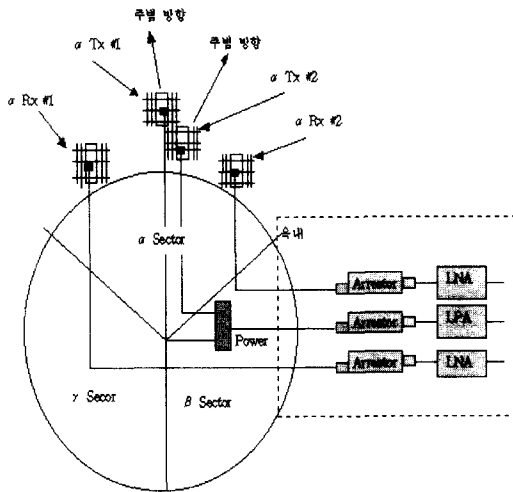


그림 3. Dual Tx Ant. 설치 형상(α 섹터 설치시)
Fig. 3. A installation shape of the Dual Tx Ant. (when α sector installation)

Dual Tx Ant.를 설치함으로써 섹터간의 softer handoff지역이 설치전보다 더 넓게 분포하게 되는데, 이는 빔폭이 좁은 Tx 안테나를 선택하여 운용함으로써 그 영향을 최소화 한다. Dual Tx 안테나를 추가함에 따라 순방향은 신호세기가 커지고 커버리지가 향상되지만 역방향은 향상되지 않는다. 그러므로 Rx 안테나를 Tx 안테나가 지향하는 방향으로 각각 조정한다.

다. 이로 인한 수신 diversity효과 감소는 시험을 통해 Rx 안테나간의 각도에 따라 45°일 때 1.5dB, 90°일 때 3dB 정도의 손실이 있음이 확인되었다. 그러나 필드 적용후의 실제적인 call drop 및 소통율의 감소는 목격되지 않았다. 또한 두 안테나의 F/B(front and back ratio)에 의한 영향은 기존의 35dB 이상의 특성을 가진 안테나를 사용하여 그 영향을 최소화시킴으로서 현재와 큰 차이가 없었다. 한편 두 Tx 안테나의 이격거리는 기존 거치봉에 80cm 이상의 간격으로 설치하였다.

IV. 시험 및 결과

1. 시험 대상지역 선정

Dual Tx Ant.의 설치가 요구되는 지역은 지형 지물 등에 따른 특이 전파환경으로 인해 2개의 주빔이 필요한 경우로서 4섹터 기지국 운용이 필요한 경우이다. 예를 들면 첫째, 4거리나 4개의 서비스 커버리지 형성이 필요한 장소 둘째, 기지국 주변에 건물의 영향으로 주빔이 막혀 음영지역이 형성되는 장소, 특히 건물의 신·증축 등으로 인하여 처음 설치때와는 달리 주빔이 차단되는 장소 셋째, 저지대나 언덕으로 인해 음영지역이 형성되는 장소이다.

실제로 Dual Tx Ant. 설치 운용 가능 여부를 판단하기 위해 기존 Tx 안테나의 주빔을 음영지역 방향으로 지향해 신호세기 향상 및 call drop 감소 효과를 먼저 확인하여 첫번째 경우 서울의 양평기지국을, 두번째 경우 서울의 개포기지국을, 세번째의 경우 부산의 덕천기지국을 각각 선정하여 시험하였다.

2. 시험 기지국 내역 및 결과

1) 시험 기지국 주요내역

Dual Tx Ant.의 설치 결과를 구하기 위한 각 시험 대상 기지국의 주요 내역은 표 3과 같다.

표 3. 대상 기지국 주요 변경내역

Table 3. An important modification details of an object base station.

| 구분 | 양 평 | 개 포 | 덕 천 |
|-----|--|---|---|
| 안테나 | 설치전 : α 방향 9dB(90°) 설치후 : α 방향 12dB(65°) 2개 | 설치전 : α 방향 9dB(90°) 설치후 : α 방향 9dB(90°) 2개 | 설치전 : γ 방향 9dB(90°) 설치후 : γ 방향 12dB(65°) |
| 빔방향 | 영은교회 목화예식장 | 영동6교 개포 Apt | 구포고교교 구포우체국 |

2) Dual Tx Ant. 설치 시험내역

① 양평기지국

기존 양평기지국은 그림 4와 같이 α 섹터의 주빔이 목화예식장 건물에 가려서 신호세기 미약으로 call drop이 자주 발생하였다. 따라서 양평기지국의 α 섹터 내의 목화예식장 방향에 Tx Ant.를 추가 설치하고 목화예식장 뒷편과 그 인근 기지국에서 측정한 시험 소통데이터와 설치전 소통데이터는 표 4, 표 5와 같다.

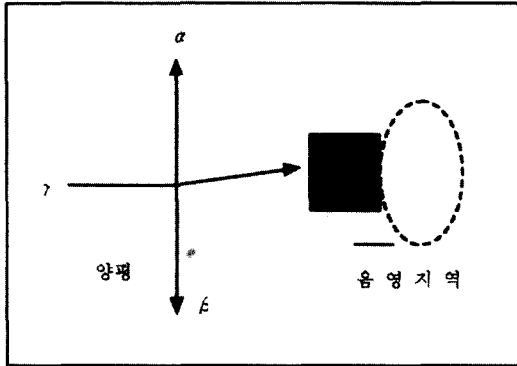


그림 4. 양평기지국 주변도
Fig. 4. Yang-peong base station and its suburbs.

표 4. Dual Tx Ant. 설치 후
97.2.17~3.16까지 소통자료(양평)

Table 4. The channel through data from '97.2.17 till 3.16 behind the Dual Tx Ant. installation. (Yang-peong)

| | 총 시도호 | 총시도호 (일평균) | 소통호 | 소통율 (%) | 완료호 | 완료율 (%) | CD호 | CD율 (%) |
|--------------|-------|------------|-------|---------|-------|---------|------|---------|
| 양평 α | 16460 | 823 | 15160 | 92.10 | 10640 | 64.64 | 540 | 3.56 |
| 양평 β | 13520 | 676 | 12820 | 94.82 | 9060 | 67.01 | 320 | 2.50 |
| 양평 γ | 16180 | 809 | 15300 | 94.56 | 10880 | 67.24 | 260 | 1.70 |
| 소 계 | 46160 | 2308 | 43260 | 93.72 | 30580 | 66.25 | 1100 | 2.54 |
| 당산 α | 7260 | 363 | 6660 | 91.74 | 4660 | 64.19 | 200 | 3.00 |
| 당산 β | 13540 | 677 | 12380 | 91.43 | 8740 | 64.55 | 280 | 2.26 |
| 당산 γ | 22280 | 1114 | 20620 | 92.55 | 14380 | 64.54 | 440 | 2.13 |
| 소 계 | 43080 | 2154 | 39640 | 92.01 | 27780 | 64.48 | 940 | 2.37 |
| 영동포 α | 10080 | 504 | 9400 | 93.25 | 6800 | 67.46 | 160 | 1.70 |
| 영동포 β | 19280 | 964 | 18060 | 93.67 | 12540 | 65.04 | 240 | 1.33 |
| 영동포 γ | 17320 | 866 | 16240 | 93.76 | 11320 | 65.36 | 260 | 1.60 |
| 소 계 | 46680 | 2334 | 43680 | 93.57 | 30660 | 65.68 | 640 | 1.47 |

표 4, 표 5의 결과 양평기지국은 물론 양평기지국을 중심으로 한 인근 당산기지국 영동포기지국의 호소통률, 완료율 그리고 CD율이 전반에 걸쳐 향상되었다. 특히 목화예식장 건물뒷편에서는 Dual Tx Ant.의 설치전보다 E_c/I_o 가 4~6dB 향상되어 call drop 현상이 감소되었다.

표 5. Dual Tx Ant. 설치 전
97.1.13~2.12까지 소통자료(양평)

Table 5. The channel through data from '97.1.13 till 2.12 before the Dual Tx Ant. installation. (Yang-peong)

| 기지국 | 총 시도호 | 총시도호 (일평균) | 소통호 | 소통율 (%) | 완료호 | 완료율 (%) | CD호 | CD율 (%) |
|--------------|-------|------------|-------|---------|-------|---------|------|---------|
| 양평 α | 14952 | 712 | 13902 | 92.98 | 9576 | 64.04 | 525 | 3.78 |
| 양평 β | 12789 | 609 | 12075 | 94.42 | 8421 | 65.85 | 294 | 2.43 |
| 양평 γ | 14721 | 701 | 14028 | 95.29 | 9681 | 65.76 | 210 | 1.50 |
| 소 계 | 42483 | 2023 | 40005 | 94.17 | 27678 | 65.15 | 1029 | 2.57 |
| 당산 α | 8148 | 388 | 7434 | 91.24 | 5145 | 63.14 | 168 | 2.26 |
| 당산 β | 12138 | 578 | 11277 | 92.91 | 7896 | 65.05 | 273 | 2.42 |
| 당산 γ | 25347 | 1207 | 23625 | 93.21 | 16317 | 64.37 | 651 | 2.76 |
| 소 계 | 45633 | 2173 | 42336 | 92.77 | 29337 | 64.29 | 1092 | 2.58 |
| 영동포 α | 8169 | 389 | 7623 | 93.32 | 5334 | 65.30 | 168 | 2.20 |
| 영동포 β | 34671 | 1651 | 32655 | 94.19 | 22638 | 65.29 | 735 | 2.25 |
| 영동포 γ | 15813 | 753 | 14532 | 91.90 | 10227 | 64.67 | 378 | 2.60 |
| 소 계 | 58653 | 2793 | 54789 | 93.41 | 38199 | 65.13 | 1260 | 2.30 |

② 개포기지국

개포기지국은 그림 5와 같이 α 섹터의 주빔이 영동대를 서비스하므로 인해 개포아파트 단지 주변에서 주빔의 부재로 인한 신호세기 미약으로 call drop이 발생하였다. 따라서 개포기지국의 α 섹터내의 아파트 단지 방향에 Tx Ant.를 추가로 설치하여 개포아파트 주변과 그 인근 기지국에서 측정한 시험 소통 데이터와 설치전 소통 데이터는 표 5, 표 6과 같다. 아파트 주변 고정점 측정장소에서 E_c/I_o 가 평균 -12.53dB에서 -10.97dB로 향상되어 call drop 현상이 감소되었다.

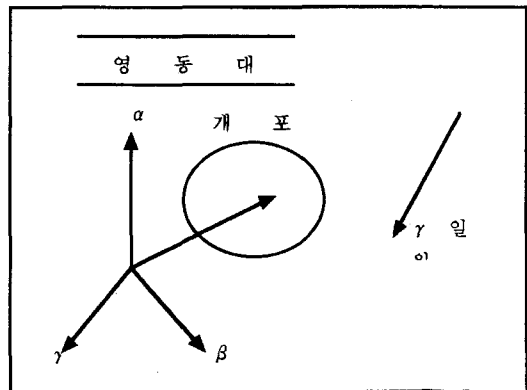


그림 5. 개포기지국 주변도
Fig. 5. Gae-po base station and its suburbs.

표 6, 표 7의 결과 개포기지국은 물론 개포기지국을 중심으로 한 인근 대치기지국 일원의 호소통률, 완료율 그리고 CD율이 전반에 걸쳐 향상되었다. 특히 개

표 6. Dual Tx Ant. 설치 후
97.2.17~3.16까지 소통자료(개포)

Table 6. The channel through data from '97.2.17 till 3.16 behind the Dual Tx Ant. installation. (Gae-po)

| | 총 시도호 | 총시도호 (일평균) | 소통호 | 소통율 (%) | 완료호 | 완료율 (%) | CD호 | CD율 (%) |
|------|-------|------------|-------|---------|-------|---------|-----|---------|
| 개포 α | 5122 | 256 | 4779 | 93.30 | 3367 | 65.74 | 91 | 1.90 |
| 개포 β | 2887 | 144 | 2598 | 89.99 | 1813 | 62.80 | 91 | 3.50 |
| 개포 γ | 15015 | 751 | 13727 | 91.42 | 9638 | 64.19 | 477 | 3.47 |
| 소 계 | 23024 | 1151 | 21104 | 91.66 | 14818 | 64.36 | 659 | 3.12 |
| 대치 α | 7611 | 381 | 7172 | 94.23 | 5042 | 66.25 | 176 | 2.45 |
| 대치 β | 10148 | 507 | 9608 | 94.68 | 6641 | 65.44 | 167 | 1.74 |
| 대치 γ | 5265 | 263 | 4914 | 93.33 | 3374 | 64.08 | 86 | 1.75 |
| 소 계 | 23024 | 1151 | 21694 | 94.22 | 15057 | 65.40 | 429 | 1.98 |
| 일원 α | 4822 | 241 | 4340 | 90.00 | 3006 | 62.34 | 128 | 2.95 |
| 일원 β | 3631 | 182 | 3336 | 91.88 | 2241 | 61.72 | 76 | 2.28 |
| 일원 γ | 10064 | 503 | 9321 | 92.62 | 6547 | 65.05 | 273 | 2.93 |
| 소 계 | 18517 | 926 | 16997 | 91.79 | 11794 | 63.69 | 477 | 2.81 |

표 7. Dual Tx Ant. 설치 전
97.1.13~2.12까지 소통자료(개포)

Table 7. The channel through data from '97.1.13 till 2.12 before the Dual Tx Ant. installation. (Gae-po)

| 기지국 | 총 시도호 | 총시도호 (일평균) | 소통호 | 소통율 (%) | 완료호 | 완료율 (%) | CD호 | CD율 (%) |
|------|-------|------------|-------|---------|-------|---------|------|---------|
| 개포 α | 4614 | 220 | 4325 | 93.74 | 3010 | 65.24 | 83 | 1.92 |
| 개포 β | 7307 | 348 | 6472 | 88.57 | 4426 | 60.57 | 302 | 4.67 |
| 개포 γ | 23091 | 1100 | 20797 | 90.07 | 14106 | 61.09 | 674 | 3.24 |
| 소 계 | 35012 | 1667 | 31594 | 90.24 | 21542 | 61.53 | 1059 | 3.35 |
| 대치 α | 8278 | 394 | 7610 | 91.93 | 5202 | 62.84 | 426 | 5.60 |
| 대치 β | 10061 | 479 | 9435 | 93.78 | 6535 | 64.95 | 218 | 2.31 |
| 개포 γ | 4087 | 195 | 3776 | 92.39 | 2627 | 64.28 | 97 | 2.57 |
| 소 계 | 22426 | 1068 | 20821 | 92.84 | 14364 | 64.05 | 741 | 3.56 |
| 일원 α | 8836 | 421 | 7995 | 90.48 | 5331 | 60.33 | 190 | 2.38 |
| 일원 β | 5253 | 250 | 4570 | 87.00 | 3124 | 59.47 | 137 | 3.00 |
| 일원 γ | 10544 | 502 | 9749 | 92.46 | 6858 | 65.04 | 389 | 3.99 |
| 소 계 | 24633 | 1173 | 22314 | 90.59 | 15313 | 62.16 | 716 | 3.21 |

표 8. 개포기지국 주변 고정점 측정

Table 8. The fixing point measurement of Gae-po base station and its suburbs.

| 고정측정점 | 설치전 ¹⁾ Ec/Io(dBm) | 설치전 ²⁾ Ec/Io(dBm) | 비 고 |
|--------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| 영동6교 앞 | -10.57 | -9.73 | 첨부 1-1, 1-2 : 설치전후 |
| 대치교 앞 | -14.83 | -11.68 | 첨부 2-1, 2-2 : 설치전후 |
| 대청역 | -13.97 | -11.41 | 첨부 3-1, 3-2 : 설치전후 |
| 하나은행 | -10.76 | -11.07 | 첨부 4-1, 4-2 : 설치전후 |
| 평균 | -12.53 | -10.97 | |

¹⁾'97.1.11 12:00, ²⁾'97.1.18 12:00,

포아파트 단지 주변에서는 Dual Tx Ant.의 설치 전 보다 설치후의 Ec/Io가 평균 -12.53dB에서 -10.97dB 로 향상되어 call drop 현상이 감소되었다.

표 8은 개포기지국 서비스 영역내의 특정 장소의 Dual Tx Ant. 설치 전후 Ec/Io 데이터이다. 전체적으로 Ec/Io가 0.8~3.2dB 향상된 것을 볼 수 있으나 하나는행에서는 0.4dB 열화된 것을 보여주는데 이는 전파환경 영향으로 인한 변동값이거나 측정오차로 판단된다.

① 개포기지국

개포기지국의 소통데이터 변화를 표 9과 그림 6에 보였다. 개포기지국이 개포아파트 주변 호를 흡수하므로 소통호 수가 30call 이상 증가하는 것을 볼 수 있으며, 이로인해 오히려 인접한 일원 β 섹터의 호가 60call 이상 감소한 것을 볼 수 있다. 한편 개포기지국의 시도 호의 증가에도 불구하고 소통율, 완료율, C/D율이 얼마간 향상된 것은 전체적으로 개포기지국의 성능향상이 이루어졌음을 알게 한다. 특히 일원의

표 9. 개포기지국 소통데이터 변화

Table 9. The channel through data's alteration of Gae-po base station.

| 기지국 | 구 분 | 시도호(개) | 소통율(%) | 완료율(%) | C/D율(%) |
|------|---------------------|--------|--------|--------|---------|
| 개포 | ¹⁾ 변경전 A | 220 | 93.74 | 65.24 | 1.92 |
| | ²⁾ 변경후 A | 256 | 93.30 | 65.74 | 1.90 |
| | 차 이 | 36 | -0.44 | 0.5 | 0.02 |
| 대치 | 변경전 B | 479 | 93.78 | 64.95 | 2.31 |
| | 변경후 B | 507 | 94.68 | 65.44 | 1.74 |
| | 차 이 | 28 | 0.9 | 0.49 | -0.57 |
| 일원 D | 변경전 B | 250 | 87.00 | 59.47 | 3.00 |
| | 변경후 B | 182 | 91.88 | 61.72 | 2.28 |
| | 차 이 | -68 | 4.88 | 2.25 | -0.72 |

¹⁾'97. 1. 13~'97. 2. 12 일일평균, ²⁾'97. 2. 17~'97. 3. 16 일일평균

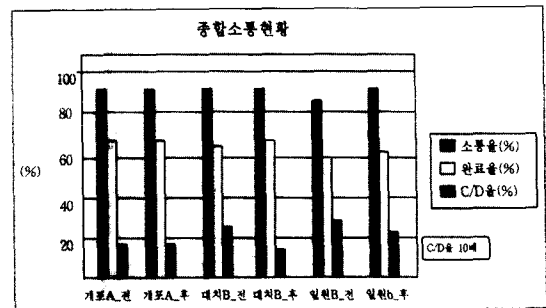


그림 6. 개포기지국 소통데이터 변화

Fig. 6. The channel through data's alteration of Gae-po base station.

시도 호 감소로 인한 전체 소통데이터 향상이 부가적으로 얻어졌다. 또한 개포 α 의 안테나의 3dB 이득 감소로 인한 커버리지 축소가 대치 β 섹터의 호증가로 이어졌음을 볼 수 있다.

② 덕천기지국

덕천기지국은 그림 7과 같이 γ 섹터방향의 고가다리 아래로 음영지역이 형성되어 이로인한 call drop이 자주 발생한다. 따라서 덕천기지국의 고가다리 방향에 Tx Ant.를 추가 설치하여 고가다리 일대와 그 인근 기지국에서 측정된 시험 소통데이터와 설치전 소통데

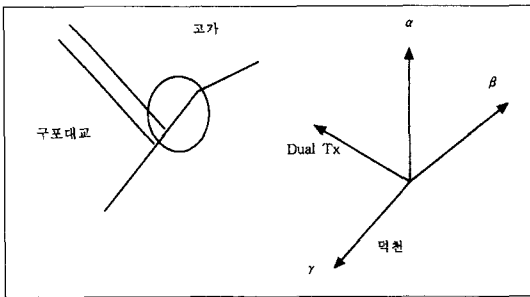


그림 7. 덕천기지국 주변도
Fig. 7. Duck-chun base station and its suburbs.

표 10. Dual Tx Ant. 설치 후 덕천 및 주변기국 적용후 종합소통데이터('97.4.21~5.7)

Table 10. The total channel through data behind the Dual Tx Ant. installation when apply to the Duck-chun base station and its suburbs station. ('97.4.21~5.7)

| 97.4.21 ~ 5.7 (토/일/공휴일제외 18:00기준) | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-----|---------|
| 기지국 | 총 시도호 | 총시도호 평균 | 소통호 | 소통율 (%) | 완료호 | 완료율 (%) | CD호 | CD율 (%) |
| 덕천 α | 4619 | 355 | 4379 | 94.80 | 2945 | 63.76 | 69 | 1.58 |
| 덕천 β | 7761 | 597 | 7460 | 96.12 | 4972 | 64.06 | 161 | 2.16 |
| 덕천 γ | 8368 | 644 | 7781 | 92.99 | 5215 | 62.32 | 138 | 1.77 |
| 소 계 | 20748 | 1596 | 19620 | 94.56 | 13132 | 63.29 | 368 | 1.88 |
| 대치 α | 9380 | 722 | 8637 | 92.08 | 5749 | 61.29 | 166 | 1.92 |
| 대치 β | 5163 | 397 | 4546 | 88.05 | 3021 | 58.51 | 122 | 2.68 |
| 대치 γ | 7097 | 546 | 6751 | 95.12 | 4468 | 62.96 | 143 | 2.12 |
| 소 계 | 21640 | 1665 | 19934 | 92.12 | 13238 | 61.17 | 431 | 2.16 |
| 화명 α | 6729 | 518 | 6090 | 90.50 | 3836 | 57.01 | 408 | 6.70 |
| 화명 β | 3268 | 251 | 3038 | 92.96 | 2045 | 62.58 | 58 | 1.91 |
| 화명 γ | 5618 | 432 | 5202 | 92.60 | 3458 | 61.55 | 188 | 3.61 |
| 소 계 | 15615 | 1201 | 14330 | 91.77 | 9339 | 59.81 | 654 | 4.56 |
| 구포 β | 4884 | 376 | 4181 | 85.61 | 2906 | 59.50 | 66 | 1.58 |
| 구포 γ | 6371 | 490 | 6088 | 95.56 | 4022 | 63.13 | 103 | 1.69 |
| 소 계 | 11255 | 866 | 10269 | 91.24 | 6928 | 61.55 | 169 | 1.65 |
| 모라 α | 7276 | 560 | 6993 | 96.11 | 4609 | 63.35 | 118 | 1.69 |
| 모라 β | 4591 | 353 | 4389 | 95.60 | 2907 | 63.32 | 80 | 1.82 |
| 모라 γ | 4431 | 341 | 4153 | 93.73 | 2826 | 63.78 | 85 | 2.05 |
| 소 계 | 16298 | 1254 | 15535 | 95.32 | 10342 | 63.46 | 283 | 1.82 |

이터는 표 10, 표 11과 같다.

표 11. Dual Tx Ant. 설치 전 덕천 및 주변 기지국 적용전 종합소통데이터('97.3.1~1.31)

Table 11. The total channel through data before the Dual Tx Ant. installation when apply to the Duck-chun base station and its suburbs station. ('97.3.1~3.31)

| 97.3.1 ~ 3.31 (토/일/공휴일제외 18:00기준) | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-----|---------|
| 기지국 | 총 시도호 | 총시도호 평균 | 소통호 | 소통율 (%) | 완료호 | 완료율 (%) | CD호 | CD율 (%) |
| 덕천 α | 6453 | 307 | 5625 | 85.62 | 3737 | 57.91 | 114 | 2.06 |
| 덕천 β | 9473 | 451 | 8387 | 88.54 | 5658 | 59.73 | 155 | 1.85 |
| 덕천 γ | 7227 | 344 | 6247 | 86.44 | 4145 | 57.35 | 91 | 1.46 |
| 소 계 | 23153 | 1103 | 20159 | 87.07 | 13540 | 58.48 | 360 | 1.79 |
| 대치 α | 18303 | 872 | 16230 | 88.67 | 10686 | 59.48 | 300 | 1.85 |
| 대치 β | 4744 | 226 | 4107 | 86.57 | 2701 | 56.94 | 115 | 2.80 |
| 대치 γ | 11877 | 566 | 10835 | 91.23 | 7296 | 61.43 | 199 | 1.84 |
| 소 계 | 34924 | 1663 | 31172 | 89.26 | 20683 | 59.80 | 614 | 1.97 |
| 화명 α | 7329 | 349 | 6423 | 87.64 | 4331 | 59.09 | 335 | 5.22 |
| 화명 β | 3797 | 181 | 3394 | 89.39 | 2303 | 60.65 | 123 | 3.62 |
| 화명 γ | 4410 | 210 | 3913 | 88.73 | 2673 | 60.61 | 147 | 3.76 |
| 소 계 | 15536 | 740 | 13730 | 88.38 | 9307 | 59.91 | 605 | 4.41 |
| 구포 β | 5807 | 277 | 5325 | 91.70 | 3570 | 61.48 | 96 | 1.80 |
| 구포 γ | 9756 | 465 | 8774 | 89.93 | 5843 | 59.89 | 180 | 2.05 |
| 소 계 | 15563 | 741 | 14099 | 90.59 | 9413 | 60.48 | 230 | 1.63 |
| 모라 α | 7359 | 350 | 6691 | 89.56 | 4509 | 61.27 | 108 | 1.64 |
| 모라 β | 5717 | 272 | 5012 | 87.67 | 3357 | 58.72 | 78 | 1.56 |
| 모라 γ | 5130 | 244 | 4424 | 86.24 | 3137 | 61.15 | 85 | 1.92 |
| 소 계 | 18206 | 867 | 16027 | 88.03 | 11003 | 60.44 | 271 | 1.69 |

표 10, 표 11의 결과 덕천기지국은 물론 덕천기지국을 중심으로 한 인근 대치기지국과 모라기지국의 호소통률, 완료율 그리고 CD율이 전반에 걸쳐 향상되었다. 특히 설치전 고가다리 아래 평균 E_c/I_0 가 $-10 \sim -14$ dB이었으나 설치후 $-8 \sim -13$ dB로 호전되어 call drop이 감소되었다. 또한 RSAT 데이터 분석을 통해 덕천 γ 섹터 방향 on offset 값 376의 커버리지가 구포대교, 구포고개 및 구포 1동으로 폭넓게 확대되었다.

③ 덕천기지국

덕천기지국의 소통데이터 변화는 표 12, 그림 7과

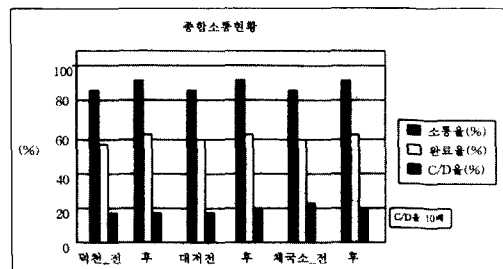


그림 8. 덕천기지국 소통데이터
Fig. 8. The channel through data of Duck-chun base station.

같다.

표 12. 덕천기지국 소용데이터 변화
Table 12. The channel through data's alteration of Duck-chun base station.

| 기지국 | 구 분 | 시도호(개) | 소용율(%) | 완료율(%) | C/D 율(%) |
|------|----------|--------|--------|--------|----------|
| 개 포 | 1) 변경전 G | 344 | 86.44 | 57.35 | 1.46 |
| | 2) 변경후 G | 644 | 92.99 | 62.32 | 1.77 |
| | 차이 | 300 | 6.55 | 4.97 | 0.31 |
| 대 치 | 변경전 A | 872 | 88.67 | 59.48 | 1.85 |
| | 변경후 A | 722 | 92.08 | 61.29 | 1.92 |
| | 차이 | -150 | 3.41 | 1.81 | 0.07 |
| 일원 D | 변경전 | 11920 | 89.35 | 60.28 | 2.18 |
| | 변경후 | 13317 | 93.30 | 61.89 | 2.15 |
| | 차이 | 1397 | 3.95 | 1.61 | -0.03 |

¹⁾'97. 3. 1~'97. 3. 31 평일평균, ²⁾'97. 4. 21~'97. 5. 7 평일평균 BHCAI

덕천기지국의 커버리지 확대에 추가로 300호가 유입된 반면 인접한 대치 α는 150호의 감소가 나타나고 있다. 소용율은 6.55%, 완료율 5% 향상 그리고 C/D 율은 0.31% 열화되었다. 추가 300호가 유입되었음에도 불구하고 C/D율의 미미한 변화는 C/D율이 향상되고 전체적으로 덕천기지국의 성능향상이 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

VI. 결 론

CDMA 셀룰라 시스템에서 특정 기지국의 지형지물에 의한 전파환경 때문에 발생하는 수신 전계강도 취약지역 또는 전파 음영지역을 경제적으로 해결하기 위해 Dual Tx Ant.를 설치 시험한 결과는 아래와 같다.

① 특정지역에 대한 주빔 서비스로 Ec/Io가 향상되었다.

② call drop이 감소되어 소용율 및 완료율이 향상되었다.

③ 실제 서비스 영역이 확대됨에 따라 인접 기지국의 소용율을 향상시켰다.

결과적으로 특정 기지국에 Dual Tx Ant를 설치 운용하는 것이 통화품질 향상은 물론 call drop을 저하를 위한 경제적 해법임을 확인 하였다.

참 고 문 헌

[1] D. J. Goodman, "Trends in cellular and cordless communications", IEEE Commu-

nication Mag., vol. 28, Jun. 1991.
 [2] R. Steele & V. K. Prabhu, "High-user-density digital cellular mobile radio systems", Proc. IEE, Part F, vol. 132. pp. 396-404, Aug. 1985.
 [3] W.C.Y. Lee, "Small cells for great performance", IEEE Commun. Mag., vol. 29, no. 11, pp. 19-23, Nov. 1991.
 [4] Qi Bi, "Performance study of two optimal detectors of asynchronous CDMA systems", 2nd International Conference on Universal Personal Communications Record vol. 2. pp. 679-683, October 1993.
 [5] W.C.Y. Lee, "Overview of Cellular CDMA", IEEE Trans. Vehicular Tech., Vol. VT-40, pp. 291-302, May 1991.
 [6] R.L. Pickholtz, D.L. Schilling, and L.B. Milstein, "Theory of spread-spectrum communications - A tutorial", IEEE Trans. Commun., Vol. COM-30, pp. 855-884, May 1982.
 [7] Izhak Rubin, Kirk K. Chang, Gianpiero Forcina, "Performance analysis of load-adaptive/ TDMA systems with applications to integrated - services satellite networks", IEEE Super Comm./ICC '94, vol. 2, pp. 848-852, May 1994.
 [8] R. Morrow and J. Lehnert, "Bit to Bit Error Dependence in Slotted DS/SSMA Packet Systems with Random Signature Sequence", IEEE Trans on Comm., vol. Com.-37, No. 10, pp.1052-1061, Oct. 1989.
 [9] Ake Lundqvist and Kurt Hellstrom, "Trends in mobile communication", 디지털 셀룰러 기술개발 세미나, Nov. 1991.
 [10] A. Salmasi and K.S. Gilhousen, "On the system design aspects of code division multiple access(CDMA) applied to digital cellular and personal communication networks", in Proc. 41st IEEE VTC, St. Louis, Missouri, pp. 57-62, May 1991.
 [11] R.W. Hoech, "Impact upon GPS User Segment of GPS Conversion to WGS-84 Earth Model", 43rd Anu Meeting of Inst. of Navi., Conf. Jan 1987.
 [12] J. K. Holmens, Coherent Spread spectrum

- Systems, Wiley-Interscience, 1965.
- [13] R. E. Ziemer and R. L. Peterson, Digital Communications and Spread Spectrum Systems, Macmillan, 1985.
- [14] 이재홍, "CDMA 기술개요", KITE REVIEW, vol. 21, no. 1, pp. 1-9, Jan. 1994.
- [15] A. Kegel, H. J. Wesselman and R. Prasad, "Bit error probability for fading DPSK signal in microcellular land mobile radio systems", Electron. Lett., vol. 27, pp. 1547-1648. 1991.
- [16] Qi, Bi, "Performance analysis of a CDMA cellular system in the multipath fading environment", Proceedings of the third IEEE International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications, pp. 108-111, Boston, October 1992.
- [17] Y. C. Chow, A. R. Nix and J. P. McGeehan, "Analysis of 16APSK modulation in AWGN and Rayleigh fading channel", Electronic Letters, Vol. 28, No. 17, pp. 1608-1609, 13th., Aug.1992.
- [18] K. Gilhousen et al. "On the Capacity of a Cellular CDMA System", IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol. 40, no. 2, pp. 303-312, May 1991.
- [19] QUALCOMM CO., CDMA System Engineering Training Handbook-Volume2, pp. 10-49~10-50, January 1994.
- [20] Kaj Goethals, "DA chip synchronizers for bandlimited DS/SS M-PSK signals using CDMA on mobile satellite communication channels", IEEE Super Comm./ ICC '94, vol. 2, pp. 1150-1154, May 1994.
- [21] 황명주 외 2인, "이동국의 이동방향과 핸드오프 지역의 변화에 대한 연구", RF004-5-2.1, 대한텔레콤 정보통신연구소, Dec. 1992
- [22] 정환우 외 4인, "핸드오프 통화량 계산 및 핸드오프 변수에 관한 연구", RF004-6-2.3, 대한텔레콤 정보통신연구소, May 1993
- [23] TIA/EIA/IS-95, Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System, July 1993.
- [24] KMTRC, "RTS 제 3 차 Field Test 결과 보고서", July 1994
- [25] 김향식, 최성찬, 광벽렬, 정환도 "CDMA 시스템이 AMPS 시스템에 미치는 전파간섭의 실험적 고찰", 한국통신학회 '94년도 하계종합학술발표회 논문집, pp. 521-524, 1994. 7. 21

 저 자 소 개

金 松 政(正會員)

1987년~1992년 조선대학교공과대학 전자공학과(공학사). 1992년~1994년 조선대학교대학원 전자공학과(공학석사). 1995년~1998년 조선대학교대학원 전자공학과(공학박사). 1998년 9월현재 국립 익산대학 전자과 교수

金 仁 煥(正會員)

1982년~1986년 조선대학교공과대학 전자공학과(공학사). 1986년~1988년 조선대학교대학원 전자공학과(공학석사). 1988년~1995년 조선대학교대학원 전자공학과(공학박사). 1998년 9월현재 송원대학 전자과 교수