

# 이동통신망 상호접속요금 산정을 위한 장기증분원가모형에 관한 연구

A Study on the Bottom-up Long-run Incremental costing Methodology  
for the Korean Mobile Network

최선미(ETRI 정보통신서비스연구단 정보기반연구팀 연구원)

현창희(ETRI 정보통신서비스연구단 정보기반연구팀 팀장)

## < 목차 >

I. 서론

II. 이론적 배경 및 연구가설

III. 연구 모형 및 방법

IV. 결론 및 향후 연구 방향

## Abstract

The key objective of this paper is to suggest a pilot model for mobile network interconnection charge calculation by bottom-up long-run incremental costing methodology. Interconnection issues have lately attracted considerable attention by network operators and regulators. However there is no standard by all the network operators' agreement. The costing method is an acute problem because the interconnection charge is directly related to the network operators' revenue. Thus Korea has planned to launch the new interconnection policy based on the current traffic distribution and then we simulate the model in a sample area with virtual data. The results propose objective and reasonable guideline for the mobile network element cost calculation. It can be helpful for calculating price floor or bottom-up long run incremental interconnection charge by regulator.

## I. 서론

90년대에 접어들면서 미국, 영국 등의 선진국을 중심으로 통신사업에의 경쟁체제 도입이 본격화됨에 따라 사업자간에는 경쟁사업자의 망을 사용함으로써 지불해야 하는 접속료 산정 및 정산에 대한 문제가 발생했다. 우리나라의 통신 산업 역시 1990년대와 2000년대에 걸쳐 여러 차례의 구조조정과 통신사업자간의 합병을 통해 통신서비스 내에 경쟁을 도입하였으며 통신시장의 폭발적인 성장에 따라 접속료의 산정과 정산은 사업자간 첨예한 이해관계가 대립되는 사항이 되었다.

통신산업의 특성은 사업자가 최종이용자에게 통신서비스를 제공하기 위해서는 통신망을 구성하여야 하나 타사업자가 보유한 망과의 상호접속을 통해 망외부성을 확보할 수 있다는 점이다. 그러나 초기투자금액이 막대하기 때문에 대부분의 나라에서 이는 초기에 자연독점의 형태로 시작된다. 따라서 수십년간 독점적인 지위를 누리던 기존 사업자는 경쟁체제 도입에 따라서 신규 기업이 새롭게 시장진입을 시도할 경우 접속을 제공하게 되고 이 접속료 수준의 결정 등, 상호접속제도를 사업자간 자율에 일임할 경우 상호접속의 지연 및 거부, 부적절한 접속료 수준의 결정, 사업자간 차별적 대우 등 불공정 행위를 행할 가능성이 높다는 이유에서 대부분 국가의 통신규제기관은 적절한 강도의 규제를 가하고 있다. 우리나라 역시 공정경쟁체제의 정착을 위해 보다 합리적이고 투명한 정산제도를 정착시키기 위해 노력해왔으며 이러한 노력은 1992년 상호접속기준을 제정한 이래 수 차례에 걸친 기준 개정을 통해 가시화되었다.

규제기관이 지향하는 궁극적인 규제정책의 목표는 경제적 후생(economic welfare)을 극대화하는데 있으므로 경제적 후생을 극대화하기 위해서는 접속료 수준이 경제적 원가(economic costs)에 근접하도록 결정되어야 한다는 것이 일반적인 견해이다. 또한 망간 상호접속 정책은 국내 뿐만 아니라 해외 각국의 망간 상호접속 제도와의 함께 고려하여야 하는 문제이기 때문에 최근까지 우리나라는 완전배분원가방식(FDC: Fully Distributed Costs)에 기반하여 상호접속료 정산을 시행해 왔다. 그러나 완전배분원가방식은 회계학적인 관점에서 일정기간 발생한 비용을 모든 서비스에 대해서 완전 배부하는 방식이기 때문에 공통비 배부에 따른 원가의 왜곡이 발생할 수 있어서 개별서비스 역무에 대한 정확한 원가 산출의 어려움이 지적되어 왔다. 또한 기발생한 비용 및 투자의 회수를 보장하는 방식으로 접속제공사업자에게 효율성 증대를 위한 동기부여가 미약하다는 단점이 있으며 따라서 접속이용사업자는 접속제공사업자의 비효율성에 따른 추가적인 원가부담의 요인이 발생한다. 이에 따라 미국과 영국을 비롯한 여타 국가에서는 완전배분원가방식에 대응할 접속원가 산정모델 연구를 지속적

으로 해왔으며 그 중 한 방법이 장기증분원가방식이다.

우리나라에서도 지난해 가입자망 공동활용제도를 도입하였으며 2004년 도입을 목표로 현재 장기증분원가산정 방식에 기반한 상호접속료 산정 모형을 개발 중에 있다. 그러나 이러한 상호접속모형의 정립을 위해서는 상호접속에 따른 대가의 산정이 합리적으로 이루어지게 할 수 있는 투명하고 합리적인 원가 산정 방법론의 개발이 선행되어야 한다. 즉, 객관적이고 실증적인 데이터에 근거한 망 구축 비용 산정 모형 개발이 선행되어야 차후 접속 대가 산정이 합리적으로 비용을 반영하게 된다는 말이다.

따라서 본 논문에서는 첫째, 이동망에 적용가능한 공학적 방법(Engineering Approach)에 의한 장기증분원가 모형을 제안하고 둘째, 도출된 원가를 이용하여 접속 원가를 산출하는 방법을 제시함으로써 선진 접속요금 정산 제도 연구의 초석을 다지는데 그 의의가 있다.

## II. 이론적 배경 및 연구가설

### 1. 이론적 배경

장기증분원가의 접근 방식은 크게 공학적 방법(Engineering Approach)과 계량적 방법(Econometric Approach)으로 나눌 수 있다.

공학적 방법은 미래지향적 관점에서(forward looking) 특정량의 산출물을 추가적으로 생산하고자 할 때, 추가적으로 발생하는 증분원가를 공학적으로 구성하여 경제학적인 접근법으로 접속료를 산정하는 것이다. 이는 경쟁적 시장에서의 원가와 근사한 수준에서 접속료를 산정한다는 장점이 있다. 반면에 공학적 방법은 모형 개발시 고려되는 입력변수가 많고 적절한 접속료 수준 및 이를 산정하기 위해 필요한 가정 등에 대한 사업자 간의 합의가 도출되기 힘들다는 단점이 있다. 따라서 공학적 모형 개발시에는 사업자 및 각계의 의견을 충분히 수렴하여 지나치게 이상적이지 않되 공정하고 합리적인 모형을 개발할 수 있도록 객관적인 기준을 최대한 도입한 모형을 개발하는 것이 바람직하다.

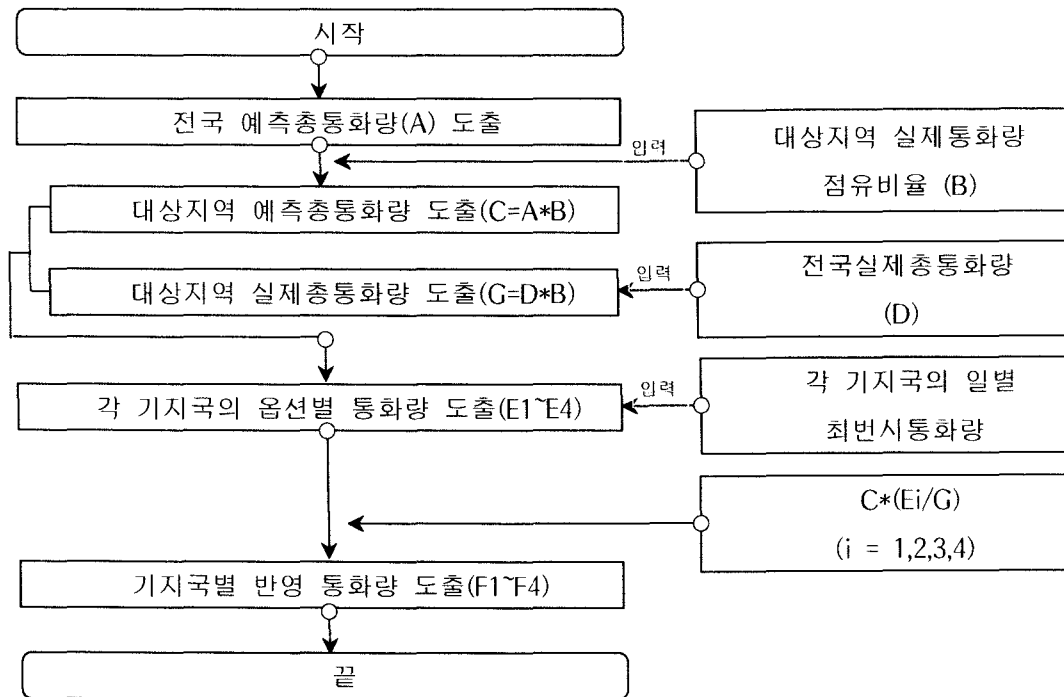
Bottom-up 방식을 이용한 이동망 원가 산정 모형은 세계적으로도 초기 연구단계에 있는 모형으로 그 선례를 찾기가 힘들다. 다만, 유선망에 적용되었던 Bottom-up 원가모형 기준을 토대로 다양한 공학적, 경제학적 방법론을 이용하여 모형을 개발할 수 있다.

## 2. 연구가설

### 1) 수요예측

통신망 재설계에서 통화 수요는 망설계 규모를 결정짓는 중요한 변수다. 따라서 통화 수요를 가능한 정확하게 산정하는 것이 모형의 정확성에도 큰 영향을 미칠 수 있다. 그러나 실제로 지역별 통화밀도를 세부적으로 정확하게 예측해내기에는 어려움이 존재하며 다양한 기준에 따라 측정되는 사업자들의 실제 트래픽의 대표치를 어떻게 정의하느냐에 따라 설계를 위해 고려되는 통화량의 크기가 영향을 받을 수 있다. 트래픽 데이터는 이동망 장기증분비용 산정의 중요한 원가동인(cost driver)으로 이의 정확한 산정이 모형의 정확성에 큰 영향을 미친다.

가입자의 이동성(mobility)에 의해 발생하는 지역 및 시별 트래픽의 변동은 매우 큰 폭으로 움직이기 때문에 장기증분비용에 예측통화량을 반영하기 위해서는 먼저 장기수요를 측정한 후 사업자들의 실제 트래픽의 추이를 분석하여 지역별, 시간별 트래픽 변동성을 반영하는 우회적인 방법을 사용하는 것이 차선책으로 고려되고 있는 현황이다. 따라서 본 논문에서는 미래지향적(forward-looking)인 모형의 재설계를 위해 예측통화량을 이용하여 재설계 하는 것을 원칙으로 하되, 지역별 통화 밀도 및 루트별 통화량 분포는 실제 각 사별 통화량 정보를 토대로 산정하는 것을 권고한다. 이동망의 경우 지역별 통화밀도 차이에 따른 투자 원가의 변화가 예상되기 때문에 반영가능한 현실의 변화 요인을 최대한 수용한다는 측면에서 모형의 신뢰성을 향상시키는 장점이 있다. <그림 1>은 한국에 적합한 상호접속 모형개발을 위한 지역별 통화밀도 산출 프로세스를 보여준다.



<그림 1> 기지국별 트래픽 옵션별 예측통화량 도출

앞서 언급한 바 있듯, 이동통신 환경에서 트래픽 데이터는 매우 다양한 양상을 보이며 변화한다. 이는 수요가 한 장소에서 고정적으로 발생하는 것이 아니라 이용자에 따라 이동성(mobility)을 가지고 변화하기 때문이며 예측이 어려운 것이 사실이다. 망 설계에 반영 가능한 트래픽 정보를 수집하기 위해서는 대상 서비스 지역을 가능한 세분화하여 트래픽 데이터의 추이를 분석하고 관리하는 것이 좋다.

그러나 일반적으로 트래픽의 예측은 전국을 대상으로 결과를 도출해내며 지역별 통화 밀도의 변화를 예측하는데는 무리가 있다. 또한 최번시의 개념이 없어 설계에 사용하기가 힘들다. 이에 본 논문에서는 <그림 1>과 같은 프로세스로 이동통신망 설계에 적합한 통화량을 산정하여 예측 통화량을 변환하고 지역을 10m \* 10m 그리드로 나누어 실제 사업자별 기지국의 위치에 따라 통화밀도를 재산정하여 이를 수요로 가정함으로써 보다 정확한 설계가 가능하도록 하였다.



<그림 2> 예측통화밀도 분포도 - 예시

## 2) 원가동인

이동망은 가입자의 위치가 고정되어 있는 유선망과 달리 이용자의 이동성 (mobility)을 보장해야 하기 때문에 투자 결정 시 가입자 수에 비해 상대적으로 서비스를 제공해야 할 지리적 범위의 중요성이 강하다.

이를 본 논문에서는 통화커버리지라고 부르며 이는 커버리지에 의해 제공되는 통화가능지역의 합이라 정의할 수 있다. 통화커버리지가 넓어질 수록, 이동사업자의 설비 투자 또한 증가한다. 또한 수요가 고정되어 있지 않기 때문에 랜덤하게 측정된 최번 통화량 역시 주요 원가 동인이 된다. 가입자 수의 경우, HLR 등 일부 설비의 설계 시 원가 동인으로 활용된다.

## 3) 재설계 범위

Scorched node 가정에 의하여 교환기(MSC) 및 상호접속교환기의 위치는 인정하되 그 물량은 재설계하며, 기지국의 경우 원가동인인 커버리지와 트래픽을 고려하여 재설계하는 것을 원칙으로 한다. 이동망이 유선망을 기반으로 하는 설비임을 감안할

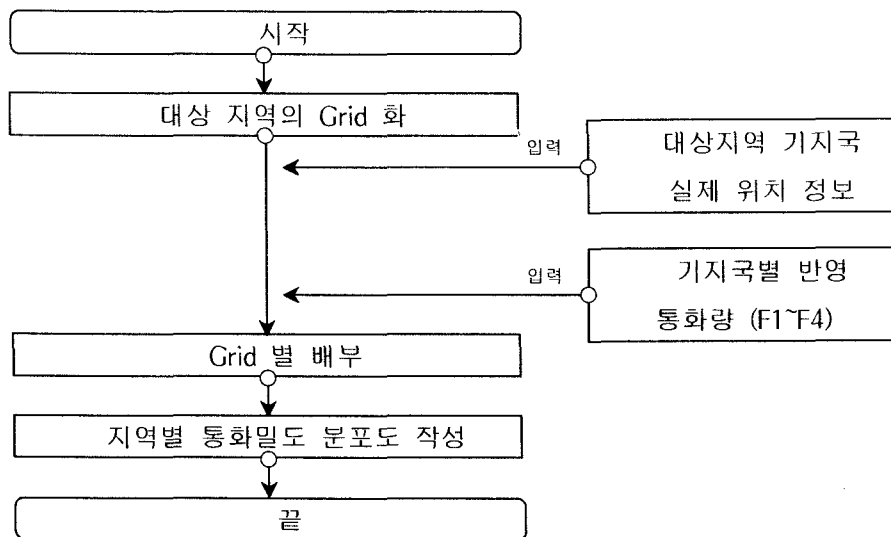
때 기지국 교환국사간 선로의 경우 구축을 전제로 하지 않고, 임차와 구축을 비교하여 보다 경제적인 설비를 선택할 수 있도록 한다.

### Ⅲ. 연구모형 및 방법

#### 1. 연구모형

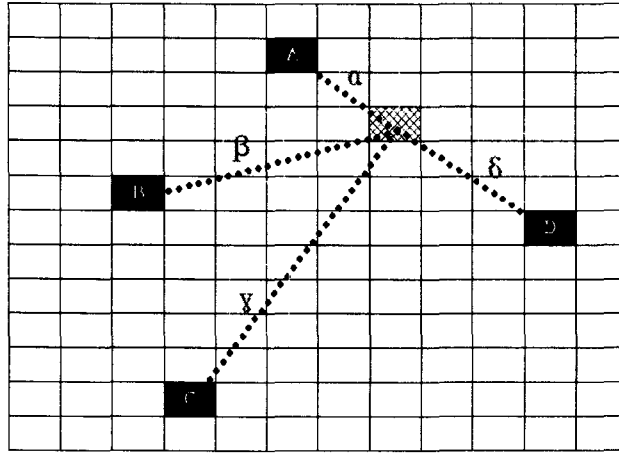
##### 1) 이동망 지역별 통화밀도 입력

지역별 통화밀도가 도출되면, 실제 기지국 위치 정보를 바탕으로 통화량을 입력한다. 아래 <그림 3>은 지역별 통화 밀도를 입력하는 절차를 보여준다. 이는 트래픽을 고려한 전파전파분석 모형을 적용하기 위한 것이다.



<그림 3> 지역별 통화밀도 배부 절차

이 때, 강을 제외한 나머지 지역에 통화량을 배부한다. 10m\*10m로 나눈 격자는 아래 <그림 4>와 같이 가장 가까운 기지국에 귀속되며 귀속된 그리드는 기지국별 반영 통화량을 균등하게 나누어 가진다.



<그림 4> 지역별 통화밀도 배부 절차

## 2) 기지국의 재설계

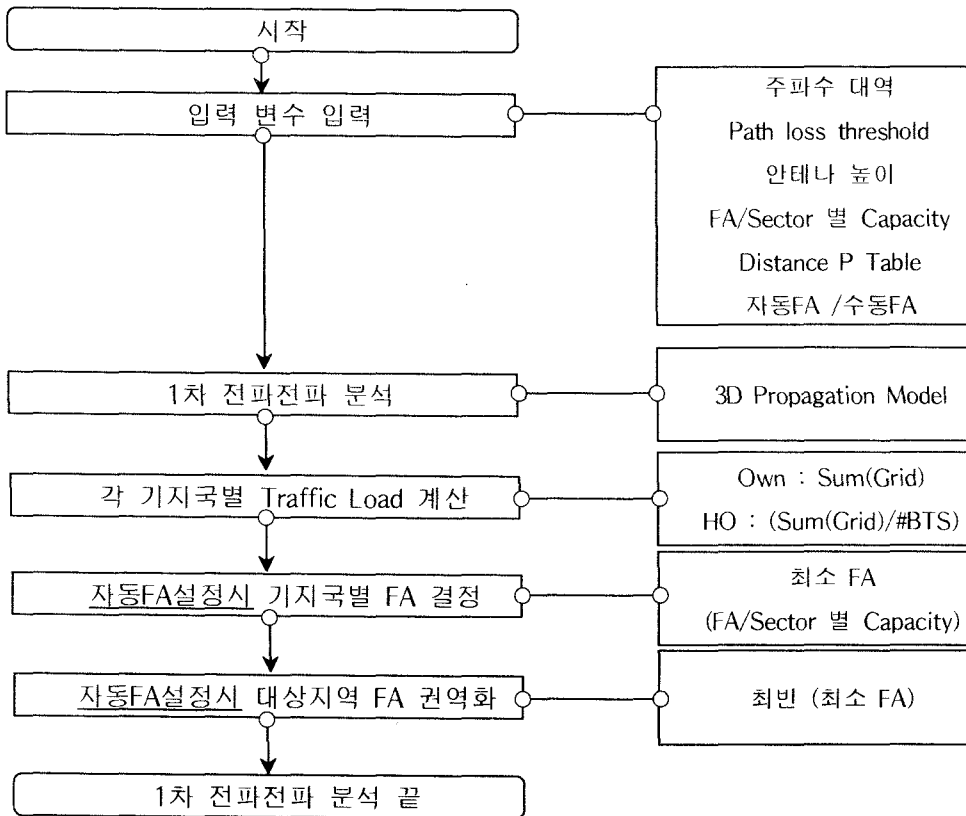
알고리즘은 대상 지역의 트래픽 밀도 및 지형의 특성을 감안하여 셀을 설계하도록 짜여져 있다. 이동망의 셀 설계는 전파전파분석 모형에 영향을 미치는 변수가 다양하고, 모형 내에서 현실의 모든 변수를 고려할 수 없다는 점에서 현실과 직접적인 비교를 하기에는 무리가 있으나, 모형 내에 반영 가능한 현실의 변수들을 최대한 감안하여 유연하게 시뮬레이션이 가능하게끔 하였다.

기지국을 재설계하기 위해서는 일단, 지도상의 목표 커버 면적을 정의한다음 전파 세기를 측정할 지점을 선택하여야 한다. 현실적으로 모든 지점에서 전파 세기를 측정할 수는 없기 때문에 일정 간격 혹은 랜덤 위치에서의 전파 세기 측정이 이루어질 수밖에 없다. 이 때, 측정이 이루어지는 지점에서는 반드시 일정 정도의 수신전계강도가 보장되어야 한다.

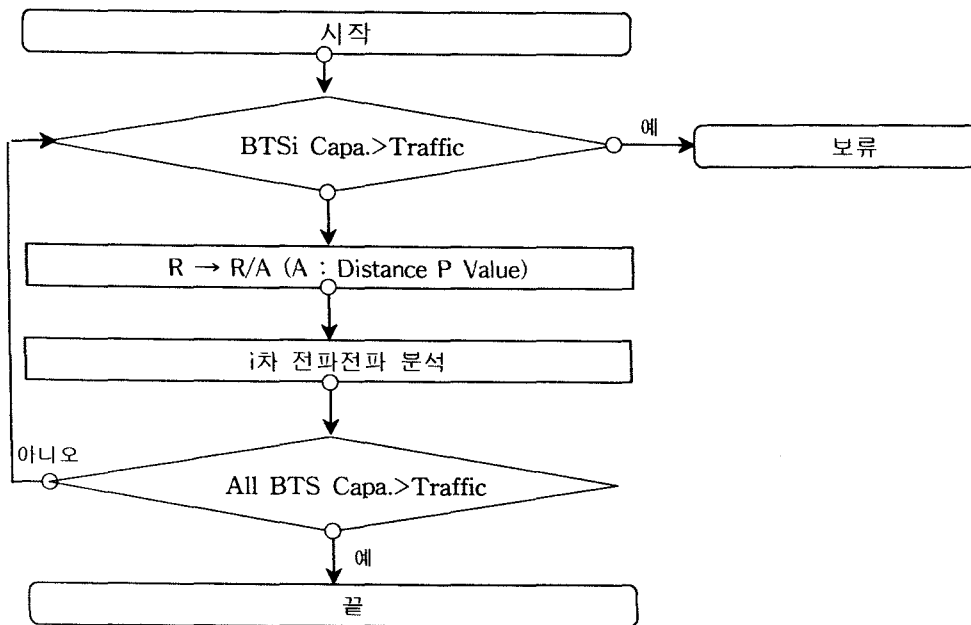
전파 세기를 측정할 샘플 포인트가 생성이 되면 전체 지역을 300M 단위로 그리드(grid)화 하여 이 그리드의 가운데에서 가장 적절한 건물을 토대로 기지국이 위치할 수 있는 하나의 후보지역을 선정하고 <그림 5>의 절차에 따라 전파 분석을 시행한다. 다만, 통화 밀집지역의 경우 전파는 도달하되, 설비의 물량이 전파 도달 범위 내의 모든 지역을 커버하지 못하는 경우가 발생할 수 있으므로 <그림 6>와 같이 물량 제약을 전파전파분석과 함께 두어 시뮬레이션 시 고려한다.

트래픽은 각 사별 트래픽의 운용방법에 따라 그 경로가 차이나므로 본 모형에서는 동일국사내 호는 MSC를 동일지역내타국사, 타지역, 타망간 호는 CGS를 경유하는 모형을 가정한다.





<그림 5> 1차 전파전파 분석 프로세스



<그림 6> 용량 대비 Traffic Load를 고려한 전파전파 분석

### 3) 국간 연결 및 교환전송망의 구성

기지국의 설계가 끝나면, 기지국-교환국간, 교환국-교환국간 전송로를 최단거리 알고리즘에 따라 구성한다. 이 때, 국간 전송로는 직접 포설시와 임차시의 두 가지 대안을 모두 고려할 수 있도록 유연한 투자비 도출이 가능하게끔 설계하는 것이 바람직하다.

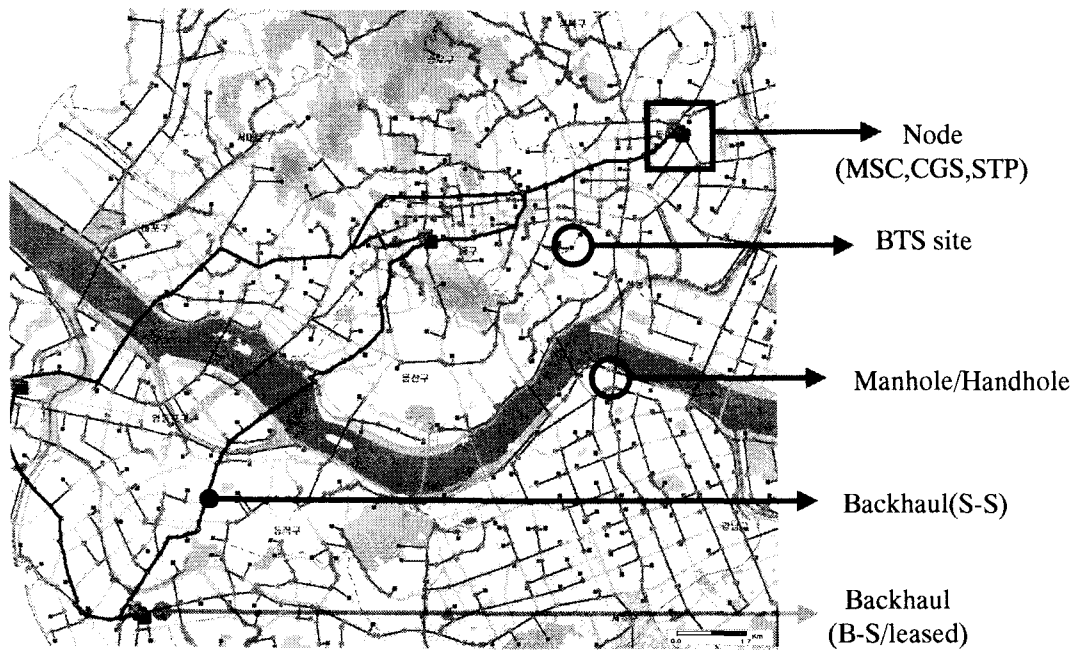
## IV. 결론 및 향후 연구 방향

### 1. 결론

기지국 전과분석 결과는 <그림 7>과 같으며 이러한 기지국 설계 결과를 토대로 국간 전송망을 구축할 경우 <그림 8>과 같은 전체 이동통신망이 구성된다. 망 구성 결과는 설비 요소별 투자비와 함께 연계되어 도출되어 적정한 내용연수 및 투자보수율에 따라 감가상각비, 운영비용, 투자보수를 산출하는데 사용된다.



<그림 7> 전과전과 분석에 의한 기지국 재설계 결과 - 샘플



<그림 7> 이동통신망 재설계 결과 - 샘플

## 2. 향후 연구 방향

통신망의 재설계를 기본으로 하는 장기증분모형에서는 알려진 바와 같이 다양한 입력변수들에 따라 산정 결과가 가변적일 수 있다. 따라서 입력변수의 결정에 영향을 미칠 수 있는 사항들은 그 기준을 정하는데 있어 신중을 기해야만 한다.

본 논문에서는 주로 이동망 장기증분 원가 산정의 기반이 되는 통신망 재설계에 초점을 맞추어 간략히 다루었으나, 향후에는 다양한 운용율을 반영한 시뮬레이션 결과 비교 및 이를 토대로 감가상각비 및 운영비용, 국내 현실을 감안한 적절한 투자보수를 고려한 접속요율 산정이라는 주요 사안들이 남아있다.

또한 다양한 관점에서 얼마나 객관적인 기준을 선택하여 적용하는가 하는 것이 모형의 신뢰성을 높일 수 있는 방법임을 고려할 때, 각계 각층의 의견을 충분한 시간을 두고 검토할 필요가 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- [1] 정보통신정책연구원, "한국의 실정에 적합한 접속료 산정방식 연구" 1999.
- [2] 한국전자통신연구원, "접속 표준원가모형 개발" 2003.
- [3] 한국전자통신연구원, "표본전화국 재설계 및 회선당 원가산정" 2003.
- [4] 한국전자통신연구원, "장기증분비용 방식에 의한 통신망 원가모형" 2001.
- [5] 한국전자통신연구원, "이동망의 경제적 비용산정 알고리즘 개발에 관한 연구" 2001.
- [6] 최선미, 현창희, "장기증분비용산정을 위한 이동망 통신수요 산정 방법론에 관한 연구," 한국통신추계학회, 2003.
- [7] Thoms Kürner, "Prediction of Outdoor and Outdoor-to-Indoor Coverage in Urban Areas at 1.8GHz" IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 20. No. 3, April 2002.
- [8] Hanif D. Sherali, et. al., "Optimal Location of Transmitters for Micro-Cellular Radio Communication System Design" IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 14. No. 4, May 1996.