

## 유비쿼터스 신도시의 통신인프라 구축 방안 연구

<sup>1</sup>김근배, <sup>1</sup>백송훈, <sup>2</sup>이석우

<sup>1</sup>KT 차세대통신망연구소, <sup>2</sup>KT U-City 추진단

### A Study on designing direction of network infrastructure in U-City

<sup>1</sup>Kim, Gun-Bae, <sup>1</sup>Baik, Song-Hoon, <sup>2</sup>Lee, Seok-Woo

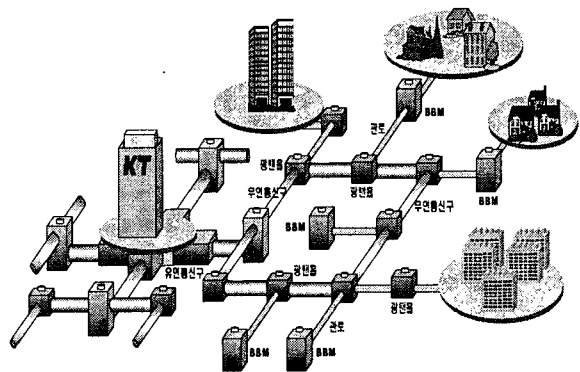
<sup>1</sup>KT Telecommunication Network Laboratory, <sup>2</sup>KT U-City Planning Center

#### Abstract

유비쿼터스 서비스를 지향하는 신도시 건설 계획이 늘고 있다. 이에 유비쿼터스 서비스에 제공에 적합한 신도시의 액세스망의 형상과 이에 상응하는 통신기초시설의 형상 및 구축방안 등에 대해 살펴보고자 한다. 본 고에서는 유비쿼터스 통신망 구성에 적합한 관로망 형상 및 관로의 용량에 대해 알아보고, 유비쿼터스 서비스 제공에 필수적인 센서네트워크 구성에 필요한 통신기초시설 및 관련 설비의 구성 방안 등에 대해 살펴보았다. 아울러 통신기초시설을 도시 기반시설의 관점에서 바라보는 시각과 통신사업자의 관점에서 보는 차이점 등에 대해 알아보고 이에 따른 해법을 찾아 보았다.

수용에 능동적으로 대처할 수 없게 만들고 있다. 통신 기초시설은 일반적으로 통신구, 공동구, 관로, 맨홀, 통신전주, 철탑 등을 말한다. 이러한 기초시설은 도시 기획단계에서부터 고려하여 도로 교량 등 도시 기반시설을 구축하는 시점에 동시에 시공해야 하기 때문에 사전에 도시 개발계획, 통신서비스 발전 동향 등을 파악하여 미리미리 준비하여야 한다. 따라서 현재와 같이 급격한 IT 발전과 컨버전스가 진행되고 있는 혼란 속에서 경제적이고 효율적이며 유연성이 있는 통신인프라를 어떻게 구축할 것인가에 대한 연구가 필요한 시점이라고 할 수 있다.

(그림 1) 통신기초시설의 구성 형상



#### 1. 서론

지자체와 공공기관 주도의 신도시 개발이 늘고 있다. 현재 개발이 진행되고 있거나 계획하고 있는 도시들은 한결같이 최첨단 IT 인프라가 구축되어 있는 유비쿼터스 도시를 지향하고 있다. 그러나 현시점의 통신인프라는 아직도 기존 동선 인프라에 맞는 설계 기준에 의하여 구축되고 있어 투자비 낭비의 요소가 적지 않고 유비쿼터스 서비스

## 2. U-City 통신 기초인프라 구축 기준

### 2.1. 유비쿼터스 IT환경의 기초인프라

21세기는 컨버전스의 시대이다. 기술, 산업, 자본, 문화, 예술에 이르기 까지 사회 전반에 걸쳐 일어나고 있으며 사회변화를 주도할 것이다. 특히 디지털 컨버전스의 지속적인 진행으로 인과과 관련되는 모든 사물에 컴퓨터가 장착되고 네트워크에 연결되는 유비쿼터스 시대로 발전하게 될 것이다. 유비쿼터스 환경은 네트워크간 구분이 없어지는 네트워크프리, 어떤 단말기로도 원하는 네트워크에 접속할 수 있는 디바이스프리, 언제 어디서나 접속할 수 있는 타임프리, 그리고 누구와도 정보교환이 가능해지는 릴레이션쉽프리를 말한다. 유비쿼터스 네트워크를 구축하기 위해서는 정보기술(IT)의 고도화가 필요하며, 도시 건설의 측면에서 IT 환경을 효율적으로 구축하기 위해서는 도시 계획단계에서부터 도시 기반시설 구축과 병행하여 계획하고 시공되어야 할 것이다. 그 중 특히 어디서나, 어느 기기로나 네트워크에 쉽게 접속할 수 있는 환경을 구축하기 위해서는 기초인프라가 적절하게 확보되어야만 가능할 것이다. 특히 유비쿼터스 서비스 환경하에서는 수많은 센서를 가진 센서망이 필요하게 될 것이며 이에 따른 기초시설의 수요가 발생할 것으로 생각된다.

## 2.2. 기초인프라 구축 기준

### 2.2.1. 관제센터(통신국사) 부분

통신망을 경제적이고 효율적으로 구축하기 위해서는 통신국사의 위치 선정이 중요하다. 이는 통신국사로부터 모든 통신 수요처까지 케이블이 연결되어야 하기 때문에 그 위치에 따라 망의 구조와 투자비용이 달라지기 때문이다. 따라서 통신국사

의 위치는 일반적으로 도시의 지리적 중앙지점에 위치하는 것이 바람직하다. 또한 도시민의 입주가 이루어지기 전에 통신국사가 완공이 되어야 중단 없는 서비스를 제공할 수 있다. 따라서 통신국사 건축용 부지매입 및 건설계획은 도시 기반시설 건설 관점으로 보고 선행되어야 한다. 또 유비쿼터스 도시의 IT 서비스는 관제센터를 중심으로 이루어지게 될 것으로 예측된다. 기존의 서비스들은 서로 통합하거나 또는 각각 분화하여 하나의 관계 플랫폼에 기반하여 설계되고 운영될 것이고 따라서 관제센터(통신국사)의 위치는 통신사업자의 관점에서 고려되어 설계하는 것이 유리하다. 따라서 관제센터는 도시내 통신의 중심이 되는 통신국사와 동일한 장소에 위치하는 것이 망구성이나 운영면에서 여러 가지 장점이 있다는 것을 알 수 있다

### 2.2.2. 통신구 부분

통신케이블의 포설량이 많아지는 관로구간이 있을 경우 건설을 추진한다. 기존의 동케이블 기반의 전화가입자 및 초고속인터넷 제공을 위해서는 가입자마다 1회선 이상의 선로를 공급하는 방식으로 많은 케이블이 필요했으나 광가입자망으로 진화하고 있는 현재의 추세로 본다면 케이블 수요가 현저히 줄어 들게 되어 통신구 건설은 필요하지 않다고 판단된다. 단 통신국사 주변 등 케이블 수요가 가입자 배선지역에 비하여 많은 경우 등 특별한 경우에 한하여 통신구 역할을 대신할 수 있는 중구경 관로 정도가 소요될 것으로 판단되고 이 중구경 관로에는 다공관을 이용한 케이블 포설을 권장하고 있다.

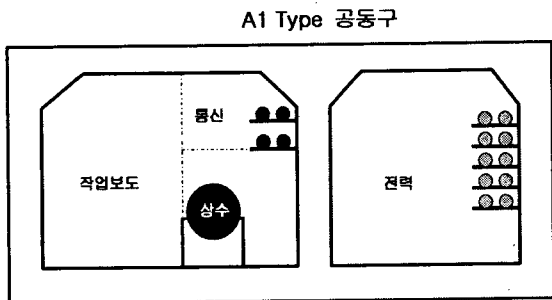
(표1) 방식별 회선 절감율(예)

구분	방식	분주비
일반용	PON	16 ~ 32
업무용	MSPP	장치당 4 Core

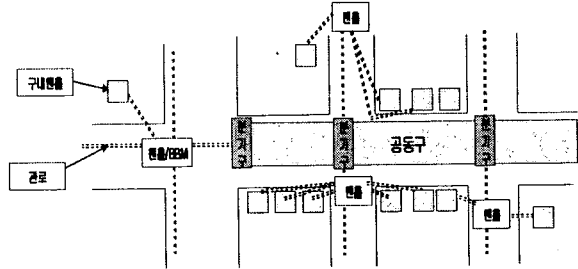
### 2.2.3. 공동구

공동구는 도로의 노면굴착을 수반하는 전기, 가스, 상수도의 공급시설 및 통신, 하수관등 지하시설물을 공동 수용함으로써 도로구조의 보전과 원활한 교통소통, 도시의 미관 등을 보호하기 위하여 도시계획법 제37조에 의거하여 지하에 설치하는 토목구조물이다. 따라서 시설관리 주체인 지자체에서는 관리의 편의성을 들어 통신케이블의 공동구 수용을 강력 유도하고 있다. 그러나 통신사업자의 입장에서 보면 위의 장점보다는 단점이 더 많아 통신케이블 수용을 꺼리고 있다. 재해시 피해의 대형화, 복잡화, 관리상의 어려움은 물론 공동구를 구축하더라도 가입자 인입을 위해서 별도의 관로를 구축해야 하기 때문에 이중 투자이며 시공 후 공동구 운용비용이 추가 소요되는 부담을 안고 있다. 또한 안정성을 중요시하는 통신 인프라의 특성상 사고에 대비한 사고에 대비한 우회루트를 같은 공동구에 설치할 수 없어 별도의 우회 관로를 추가로 건설해야 하는 모순이 발생한다. 또한 케이블의 공동구 수용을 위해서는 충분한 분기구가 설치되어야 하는데 이는 공동구를 건설하는 주체에서도 꺼리는 부분이다. 그러나 부득이 공동구에 통신시설을 수용해야 하는 경우에는 그 비율을 최소화 해야 하며 케이블은 화재에 취약하기 때문에 전기, 가스관과는 별도로 구축된 공동구 방식을 채택하여 분리 수용하여야 한다.

(그림 2) 통신케이블 수용에 적합한 수용방식



(그림 3) 공동구 주변 관로 형상



### 2.2.4. 관로

통신용 관로는 지하에 매설할 통신용 케이블을 모아서 관(管)에 수용하는 것을 말한다. 원칙적으로 굴착하는 일 없이 케이블을 관내에 인입하고 또 철거할 수 있도록 시설한 것으로 관로의 재질은 용도에 따라 PVC, 강관(鋼管), 다공관(多孔管) 등의 다양한 종류가 있다. 주로 PVC관을 기준으로 설계하나 주간선이나 특별히 보호가 필요한 구간은 굴착피해 방지 등을 위하여 철판이나 기타 보호조치를 해야 한다.

#### 2.2.4.1. 관로망 형상

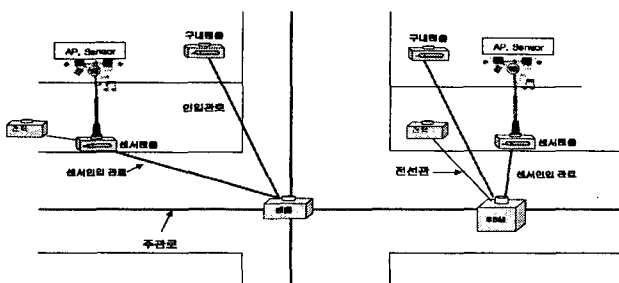
관로는 기본적으로 새로운 수요 지역에 케이블을 쉽게 접근시키기 용이한 구조를 가져야 하고 서비스의 안정성 확보를 위한 이원화 루트를 쉽게 확보할 수 있는 형상으로 설계하여야 한다. 따라서 관로는 모든 도로를 따라 매설하여 그 형상이 격자형이 되도록 설계하고 단일 방향의 관로 건설은 지양하도록 한다. 격자형 관로망 구조는 각 방향으로의 확장 및 분기가 용이하여 통신망 구성의 유연성을 확보하는 구조임과 동시에 케이블의 물리적 루트를 이원화하기에 적합한 구조로서 재해에 대한 케이블망의 안정성을 확보하기 쉽고 망의 장애에 대한 안정성을 확보하기 용이한 구조이다. 또 도로폭이 넓은 광로 특히 지하에 터널이 매설

된 도로에는 도로 양측에 각각 관로를 매설하도록 하여 도로 횡단에 의한 타지장물과의 간섭 최소화 하고 수요처에 접근이 용이하도록 한다. 그리고 통신사업자별로 별도의 관로 및 맨홀을 구축하고 관리하는 개별관로 방식 채택하여 설계하는 것이 운용이나 유지보수 측면에서 바람직하다.

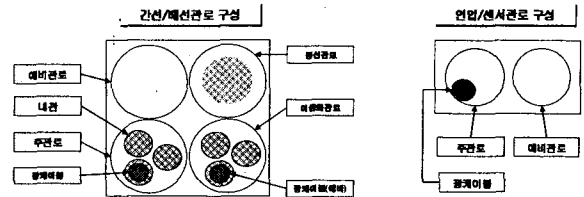
**2.2.4.2. 관로의 용량**

관로의 용량은 기본적으로 광케이블 수요를 기준으로 산출한다. 그러나 액세스망 장치 기술의 발전 및 도시 건설의 시기별 구축진도에 따라 동선 기반의 음성전화 수용을 위한 동케이블 관로 수요를 요구할 가능성도 배제하지는 못한다. 따라서 간선관로는 광케이블 수요를 반영하여 설계하고 배선관로, 인입관로는 상황에 따라 일부 구간에만 동/광케이블 혼합수요를 반영하게 되는 상황도 예측된다. 또 유비쿼터스 서비스 수요를 추가 반영하여 설계하여야 한다. 즉 도시의 중심서비스가 될 ITS, 치안, 방재, 방범, RFID, USN 등을 위한 센서네트워크 구축용 추가 관로 수요를 설계하여 확보하여야 한다. 센서네트워크를 위한 관로는 주로 통신맨홀에서 도시의 가로등 전주와 ITS 관련 장치, 공원이나 공공시설물 등의 구간이 될 것이다. 아울러 모든 관로는 케이블 교체 등의 유지보수를 위한 예비관로 1공 이상을 확보해야 한다.

(그림 4) 센서망 구성용 관로



(그림 5) 관로의 케이블 수용 형태(예)



**2.2.5. 통신전주 부분**

신도시는 환경친화적이고 도시미관을 고려하여 통신전주가 없는 구조로 설계하는 추세이므로 이에 따라 선로망을 설계해야 한다. 그러나 ITS, 치안, 방범, 방재 등의 도시관제 서비스망 구축에 필요한 통신전주는 도시미관을 고려하여 가로등 전주를 개선하여 활용하는 등의 방법을 생각할 수 있다.

**2.2.6. 맨홀부분**

기본적으로 신도시는 통신전주가 없는 구조로 설계할 것으로 예상되기 때문에 일반 단독주택도 통신용 맨홀(박스) 설치를 의무화 하여야 하고 박스까지의 관로포설이 선행되어야 한다. 그리고 경쟁통신사와의 맨홀 공유 방식은 보안이나 운용, 유지보수 측면에서 전혀 이점이 없으므로 개별 관로 방식에 따라 맨홀도 사업자별로 별도 구축하는 것이 바람직하다.

**2.2.7. 무선기지국(CDMA, WiBro) 부분**

무선기지국은 친환경 형태로 도시 미관을 고려하여 설계하도록 한다. 주요 지역에 설치되는 기지국은 설치 장소 및 주변환경과 조화를 이루는 인조나무, 가로등, 교통신호등, 교회철탑 등을 활용

하고 건물옥상의 기지국은 FRP나 PVC등으로 건물과 조화를 이루도록 설치한다. 그리고 휴대인터넷(Wibro)의 기지국은 CDMA기지국과 공유하도록 하여야 한다. 자연환경 및 도시미관을 훼손하는 결과를 예방하고, 기지국 난립에 의한 중복투자를 방지하여 경제적인 통신망을 구축하여 이동통신 사업자의 무선기지국 공용화를 추진함으로써 막대한 투자비 절감 및 사업자별 유지보수에 따른 경제적 손실 방지로 통신서비스 이용자들에게 저렴한 서비스 요금과 높은 품질을 제공하도록 하여야 한다. 따라서 무선망 기지국의 공용화는 무선망 설계 초기단계에서부터 설계하고 구축하여야 하며 그렇지 않으면 개별설치에 대한 추가 비용과 재배치를 위한 비용 증가뿐만 아니라 통신망 품질의 저하를 초래하게 된다.

또한 RFID-Reader, Sensor Station 등의 소규모 AP 장치는 통신전주 부분에서 언급한 가로등 전주를 이용하는 등의 방법을 적용해 볼 수 있다.

(사진 1) 환경친화적인 기지국 설치(예)



### 3. 선로구축 기준

#### 3.1. 선로망 설계기준

모든 케이블은 케이블 보호를 위하여 관로에 수용하는 방식을 채택하고, 기본적으로 광통신 인프라를 원칙으로 한다. 그리고 망의 안정성, 신뢰성, 운영 및 유지보수, 케이블 절감을 유도하는 방향

으로 설계가 이루어져야 한다. 따라서 광케이블의 수요는 액세스망 기술 추세에 맞추어 주거지역은 FTTH(E-PON, WDM-PON) 방식, 업무지역 및 상업시설 지역은 MSPP 또는 Metro Ethernet 방식 적용하여 케이블 수요를 예측한다. 그러나 도시 개발 단계 및 통신기술의 발전 단계에 따라 일부 가입자 구간에 동케이블을 포설할 가능성도 배제할 수는 없다.

#### 3.2. 망구성 형태(Topology)

선로망의 형상은 광통신망 구조에 적합한 환(Ring)형의 배선방식을 채택한다. 환형 배선방식은 케이블 루트가 물리적으로 이원화되어 망의 안정성을 확보할 수 있고 트래픽 변화에 의한 유연성 확보가 가능하기 때문이다. 따라서 통신국사(관제센터)와 주도로 사이, 통신국사와 주요 통신시설 및 주요 행정기관은 루프망 형태로 광케이블을 구성한다. 이렇게 구성한 환형망은 다시 간선용 케이블과 배선용 케이블로 분리하여 별도의 관에 포설하고 인입망은 배선용 환형망에서 분기하도록 하는 형태로 망을 구성한다.

#### 3.3. 광케이블 용량

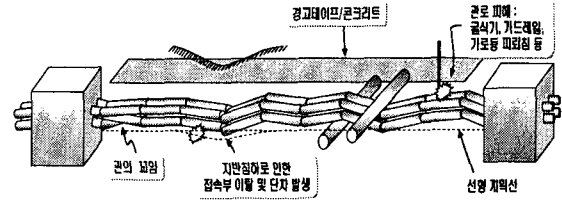
케이블 용량은 도시계획에 근거하여 다음과 같은 기준으로 용량을 공급한다. 우선 아파트 및 단독주택에 필요한 광케이블의 수량은 도시계획에 의한 중국기 세대수를 적용하고, 빌딩지역은 도시계획에 의한 분할 수(필지)를 적용하여 수요를 예측한다. 그리고 유비쿼터스 환경 구성을 위하여 ITS 무선기지국, 공공관제 등의 서비스 제공을 위한 센서용 광케이블은 CCTV의 성능, AP의 도달거리 등의 정책을 고려하여 수요를 반영하여야 한다. 더불어 안정성 확보를 위한 이중화 라인 및 유지보수를 위한 예비 코어를 확보하여 수요를 반영하

여 설계하여야 한다.

(그림 6) 관로의 피해 형태

(표 2) 광케이블 공급기준 예시(코어)

구분	계	주 라인	이중화 라인	예비 라인	비고
오피스	6	2	2	2	MSPP RT당
아파트	20	16		4	OLT 셀프당
일반주거	4	1	-	3	32세대당
센서	4	1	-	3	집선장치당
전송장비	6	2	2	2	모듈당



#### 4. 통신시설물의 재난 재해 대책

통신의 안정성 확보를 위해 다음과 같은 재난 재해 대책 등을 고려하여 인프라 구축 설계에 반영해야 한다.

통신장애의 가장 큰 요인으로 알려진 굴삭기 등에 의한 도로 굴착 시 통신케이블 절단사고를 방지하기 위해서는 중요구간 또는 취약구간은 철탑을 사용하거나 관로 상단을 콘크리트로 마감 처리하는 등의 대책을 고려하여 설계하고, 기본적으로 GIS 기반의 지하 시설물 관리시스템을 구축하여 운용하도록 하여 지자체의 시스템과 정보를 공유하여 장애를 최소화 하도록 하여야 할 것이다.

지반침하나 지진에 의한 통신 기초시설의 보호를 위하여 내진성과 부동침하에 강한 관중 채택하는 등의 대책이 필요하며, 공동구에 화재가 발생할 경우를 대비하여 케이블을 관로 등에 분산 수용하는 방식을 채택하고, 불가피하게 공동구에 케이블을 수용하는 경우에는 벽체가 타 시설물과 분리된 공간에 케이블을 수용하도록 하고 난연 재질의 케이블로 시공하도록 해야 한다.

#### 5. 결론

본 연구에서 유비쿼터스 서비스를 표방하며 새롭게 건설되는 신도시에 적용할 수 있는 통신기초시설의 기본 설계 지침에 대하여 알아보았다. 우선 도시 기반시설이며 통신서비스의 중심이 되는 통신국사가 유비쿼터스 서비스의 핵심이 되는 관제센터와 함께 구축되어야 함을 알아 보았고, 도시 건설 주체의 주체인 지자체 와 통신사업자 측면에서의 통신구 및 공동구 수용방안에 대하여 알아보았다. 또 유비쿼터스 서비스에 적합한 선로/관로망의 형상 및 용량 등에 대하여 알아보았고, 도시의 공공서비스 및 유비쿼터스 서비스망 구축에 필수적인 센서망에 필요한 통신전주의 필요성에 대하여 살펴보았다. 결국 유비쿼터스 서비스를 적시에 수용하여 도시의 경쟁력을 높이기 위해서는 도시 건설의 주체자는 통신기초시설을 도시 기반시설로 간주하여 통신사업자를 도시계획 초기부터 설계에 참여시키고 시공하도록 하여야 할 것이다.

#### [참고 문헌]

[1] KT, 통신토목시설 - 설계기준, 2003.