

## 地下施設物の 維持管理를 위한 地形空間情報시스템의 活用に 關한 研究

### A Study on the Using of Geo-Spatial Information System for Operation and Management of the Underground Facilities

申鳳浩\* · 朴用仁\*\* · 嚴在九\*\*\* · 梁承龍\*\*\*

Shin, Bong-Ho · Park, Yong-In · Eum, Jae-Gu · Yang, Sung-Yong

#### 要 旨

本 研究는 地下施設物の 效率의 維持管理를 위한 地形空間情報시스템의 活用に 그 目的이 있다. 任意의 對象地域을 選定하여 諸般 設計圖面을 蒐集하고 圖根點測量을 통해 基準點 座標를 獲得하였다. 蒐集한 資料로부터 空間情報와 屬性情報를 分類하여 데이터 베이스를 構築하였다. 또한 空間資料와 連繫, 각각의 레이어를 重疊시켜 出力하고 施設物の 位置의 正確度를 比較하였다. 研究의 結果로부터 地下施設物の 각종 圖面이나 臺帳의 保存, 變更內譯등의 空間 및 屬性 데이터를 데이터 베이스화하여 地形空間情報 시스템을 構築하므로써 貯藏된 情報를 쉽게 檢索, 編輯, 分析할 수 있으므로 效率의 地下施設物을 管理할 수 있음을 알 수 있었다.

#### ABSTRACT

The purpose of this paper is to use geo-spatial information system for effective operation and management of the underground facilities. The subject area is selected and collected all of the drawing in order to get the coordinate points(tic), which become the standard of the subject area and that can be gotten by way of practising control surveying from a existing triangulation station spatial information and attribute information are classified from obtained data. Also, after giving the code in the attribute information to make it data-based, connecting spatial information with the attribute information to overlap layer each other, and compared the positional accuracy of the data. From the results of this study, conclusions are acquired as follows; 1) To construct the Database of the spatial and attribute data, which contain all kinds of drawings in underground structures, the reservation of registers and the details of changes and so on, results in easily referencing, compiling and analyzing the reserved data in system as their own purposes. 2) It is expected that we can effectively operate and manage the situation among the underground facilities so accurately that we may obviate the safety accidents or the damages of life and property.

#### 1. 序 論

現代都市는 上水道, 下水道, 電氣, 通信, 가스 및 煖房 等の 供給 體系를 이루는 各種 施設物들이 都市의 生命線 役活을 하고 있다. 이러한 都市의 施設物들이 複雜해지고 情報化 社會가 됨에 따라서 供給 體系를 원활히 維持하고 效果의 管理하는 것은

매우 重要한 일이 되었다.

施設物을 效果의 維持管理하기 위해서는 그 位置를 測量하고 形態, 荷重能力, 材質, 用途등을 把握하여 維持管理하는 記錄이 基本 데이터가 된다.

근래에 都市의 供給 體系를 이루는 施設物들은 地上에서 地下로 設置되는 比重이 날로 增大되고 있다. 特히 電氣 및 通信 施設物들에 대해서도 都市 美觀, 維持補修의 容易性 및 電壓의 增加에 따른 危險防止 등의 理由로 地下에 埋設하는 趨勢이다.

그러나 地下施設物 및 地下空間의 利用現況을 알

\*忠北大學校 工科大學 土木工學科 教授

\*\*忠北大學校 土木工學科 碩士課程

\*\*\*忠北大學校 土木工學科 博士課程

수 있는 종합관리圖가 作成되어 있지 않아 施設物의 新設, 補修, 管理하는데 있어서 安全事故, 人命 및 財產被害를 招來하여 막대한 經濟的 損失을 가져오고 있는 實情이다.

따라서 本 研究에서는 任意의 對象地域(忠北 清州市 佳景洞 佳景宅地開發2地區)을 選定하여 敷地造成圖(道路網圖, 建物圖), 上水道 管網圖 및 通信管路網圖 등을 蒐集하고, 基準이 되는 點의 座標를 獲得하기 위해 既設의 三角點으로부터 圖根測量을 實施하여 圖根點 즉, 基準點(Tics)의 座標를 獲得하였다. 그리고 蒐集한 情報로부터 空間情報와 屬性情報를 獲得한 後 空間情報는 디지털라이저(digitizer: calcomp 23120, 12" × 12")를 利用하여 數值化 入力시키고 空間情報의 位相關係를 生成시켜 各各의 點, 線, 面의 連結關係를 修正 後 道路網圖, 上水道 管網圖 및 通信管路網圖 등에 各各의 固有番號를 附與시킨다. 또한 蒐集한 情報로부터 管路의 길이, 直徑, 種類, 幅, 公수, 類型 등의 屬性데이터를 範疇化하여 데이터 베이스에 構築하고 空間데이터와 連繫, 各各의 레이어를 重疊시켜 出力하고 施設物의 位置的 正確圖를 比較, 分析하여 效率性을 研究하고자 한다.

## 2. 地形空間情報시스템과 施設物管理시스템

### 2.1 地形空間情報시스템

地形空間情報시스템은 空間座標 또는 地理座標에 關係된 모든 形態의 地形空間情報를 效率的으로 蒐集, 貯藏, 更新, 解析 및 表示하기 위하여 構築된 하드웨어, 소프트웨어, 각종 情報 및 이를 作業하거나 使用하는 人的資源을 包含하는 統合體로서 각종 資料와 空間情報를 目的에 따라 管理, 解析, 應用할 수 있도록 支援해 주는 情報運用시스템을 意味한다.<sup>1-4)</sup>

一般的으로 地形空間情報시스템은 CAD등을 利用한 地圖製作 및 編輯, AM/FM을 利用한 데이터 베이스와 CAD의 連繫 및 記號와 그래픽 處理 技能등을 包括하여 情報의 位相構造 및 個別要素와 屬性情報의 統合管理, 檢索을 넘어선 情報創出, 個別 레이어(layer)合成에 의한 空間要素 데이터 베이스를 스스로 更新하거나 重疊 및 統合할 수 있는 技能등을 갖춘 시스템으로 定義되고 있다. 結論的으로 地形空間情報 시스템은 圖形과 非圖形 屬性情報를 管理하는 技法과 그래픽 處理技術, 空間 解析技術등의 統合體로서 認

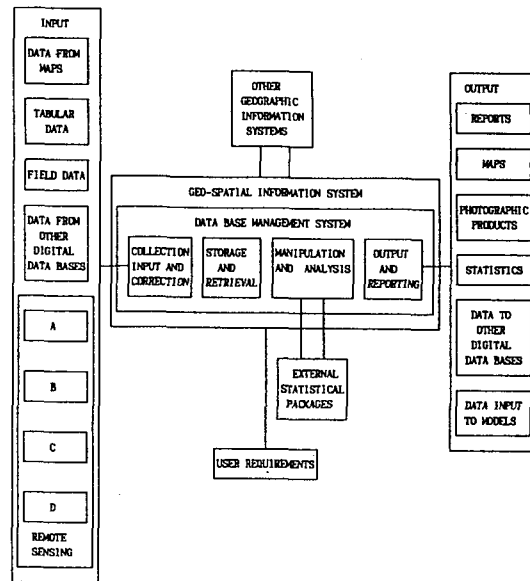


그림 1. GIS의 구성요소

識되고 있으며, 地形空間情報 管理道具 및 意思決定 支援시스템으로 應用되고 있을 뿐만 아니라 상이한 空間上의 情報를 進정으로 統合하기 위한 必需的인 情報運營시스템으로 評價 할 수 있다.<sup>4)</sup>

地形空間情報시스템의 構成要素는 아래의 그림 1과 같이 分類된다.<sup>5)</sup>

### 2.2 施設物管理시스템

施設物管理(Facilities Management: FM)시스템은 公共施設物이나 大規模의 工場, 管路網등에 대한 地圖 및 圖面등 제반 情報를 數值 入力하여 施設物에 대한 效率的인 運營管理를 하는 綜合的인 시스템을 말한다.

施設物 管理體系는 넓은 地域에 걸쳐 펼쳐져 있는 管路등의 施設 平面圖를 基礎로 하여 維持管理하기 위한 것이다.

施設物管理시스템의 基本的인 作業工程은 첫째, 數值화된 圖面을 基本으로 하여 施設物에 대한 空間 및 屬性情報를 入力하고 編輯한다. 둘째, 圖面을 檢索하여 必要에 따른 記號를 표시한다. 셋째, 屬性情報를 檢索하고 種別 및 特性에 따라 分類, 集計하는 統計的인 過程을 遂行한다. 마지막으로 檢索, 分類한 空間 및 屬性 情報를 報告書 또는 圖面의 形式으로 出力한다.

위와 같은 工程을 통해 施設物의 維持管理가 可能

하다.<sup>6)</sup>

### 2.3 地形空間情報시스템과 施設物管理시스템의 相關關係

地形空間情報시스템과 施設物管理시스템의 主要한 差異점은 첫째, FM에서는 1/100~1/10,000 精度의 縮尺을 갖는 圖面들이 典型的으로 使用되는 反面, GIS에 使用되는 縮尺은 1/15,000~1/100,000, 또는 그이상의 縮尺이 一般的으로 使用된다. 둘째, FM은 位置의 正確度(Positional Accuracy)를 要하는 設備位置의 詳細圖面과 密接한 關係를 가지고 있는 反面, GIS는 既存情報나 投射된 空間情報등에 대한 聯關關係를 보다 重視하고 있다. 셋째, 典型的인 FM System에서는 位置的 正確度를 重視하며, 대개 ± 50 cm~10 m 精度의 精密度를 要求하는 反面, GIS는 多様な 形態의 商業的으로 販賣되기도 하는 여러가지 聯關된 情報들의 可變의 相關關係에 主眼點을 두는 것이기 때문에 位置의 正確度는 그 價値가 稀薄하다. 넷째, 周邊시스템의 設計環境의 差異라 볼 수 있다.

FM은 시스템內에서 多様な 設備의 連結關係(Network Relationship)를 設計하기 위해 Network 論理를 適用한다. 反面 GIS Model들은 FM보다는 空間的 概念이고, 連結關係보다는 셀(Cell)과 다각형(Polygon) 概念을 주로 使用한다. 그러나 오늘날 이 두 分野는 GIS의 相互關聯된 技術으로써 使用되어지고 있는 趨勢로 進行되어가고 있다.<sup>7)</sup>

## 3. 研究 對象地域에 대한 地形空間情報 시스템 適用

### 3.1 데이터 獲得

데이터 獲得을 爲해서는 먼저 調査項目을 設定하여야 하는데, 데이터 獲得은 데이터 베이스 構築을 위해 어떤 데이터를 어떻게 蒐集해야 하는 가를 決定해야 한다.

必要한 데이터를 얻기 위해서는 外業을 통해 直接 데이터를 蒐集하는 方法과 航空寫眞 및 衛星 映像데이터, 地圖, 차트, 文書, 기타 既存 데이터로부터 데이터를 獲得하는 方法 등이 있다.

本 研究에서의 데이터 獲得은 對象地域이 小規模(3.6 km<sup>2</sup>)일 뿐만 아니라 整地作業 關係로 地形이 變하여 衛星映像 데이터나 航空攝影寫眞에 의한 데이터

獲得이 容易하지 못하므로 現場調査와 關聯 데이터를 통하여 空間情報 및 屬性情報로 分類하여 데이터를 獲得하였다.

### 3.1.1 對象地域의 圖根測量 成果表

座標變換을 위해 基準點(TIC)의 座標값을 既設의 三角點으로부터 圖根測量을 實施하여 獲得하였고 圖根測量의 實施의 方法 및 結果는 다음과 같다.

① 既設 三角點의 座標 : X=345826.430,  
Y=239007.860

② 距離測定 : 스타디아測量

③ 基準點의 座標



基準點 : (11) X=347294.660, Y=238604.640

: (12) X=347517.494, Y=239161.726

: (21) X=347851.746, Y=238381.806

: (22) X=348074.580, Y=238938.890

### 3.2 데이터 入力

#### 3.2.1 空間 데이터

敷地造成圖, 上水道 管網圖 및 通信管路網圖 등을 各 레이어(layer)別로 digitizer(calcomp 23120)를 使用하여 數值化 入力하는데 있어서 位置의인 精確度를 위하여 平均제곱根誤差(Root Mean Square Error; RMSE)가 0.003 보다 작을 때에만 디지털화 作業을 行하였다. 먼저 基準點(tics)를 만든 後 圖面들의 地形要素를 點과 點을 利用하여 線 및 面들을 나타냈다.

#### 3.2.2 空間 데이터의 修正

入力된 點, 線 및 面들이 正確하게 連結되었는지를 檢査한 後 clean과 build 作業을 實行하여 位相關係를 生成하였으며 Undershoot 및 Overshoot을 통해 點과 線들의 오차(error)를 修正하여 固有番號를 入力시키고 各各의 面마다 표제(label)를 附與하여 屬性 데이터와의 連繫作業을 準備하였다.

#### 3.2.3 屬性 데이터

敷地造成圖, 上水道 管網圖 및 通信管路網圖 등의 레이어에 나타난 線에 相應하는 管路의 길이, 直徑 그리고 케이블의 種類 및 數와 面에 相應하는 맨홀의

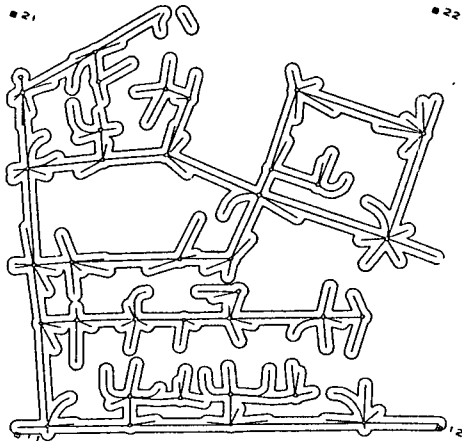


그림 2. 通信管路網圖의 Buffering

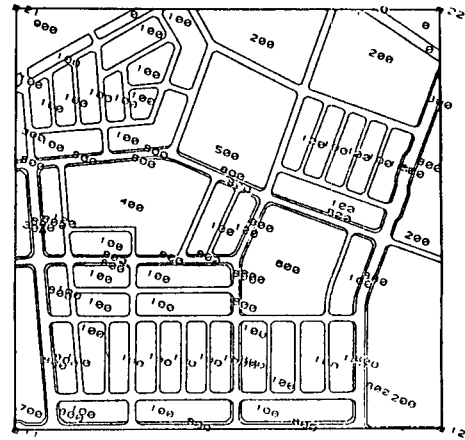


그림 4. 固有番號를 附與한 敷地造成圖

形態, 크기, 長, 幅, 深, 配列(조단) 등의 데이터를 點屬性 표(point attribute table), 線屬性 표(line attribute table) 및 面屬性 표(polygon attribute table) 등으로 範疇化하여 데이터 베이스에 화일을 生成, 入力하였다.

### 3.3 데이터 操作 및 分析

#### 3.3.1 데이터 變換

入力된 空間 데이터들은 면적(area), 주변장(perimeter)와 길이(length)등이 inch單位로 認識되며 縮尺을 無視하기 때문에 實距離로 換算하기 위하여 갱신 過程을 통해 4개의 基準點에 圖根測量 實施에 의해 獲得한 meter單位인 橫메르카토르(Transverse Mercator; TM)座標로 變換시켰다.

#### 3.3.2 데이터 分析

通信管路의 半徑 10 m 地上에 2는 어떤 施設勿이

있는지를 알기 위해 버퍼링(buffering) 分析 및 敷地造成圖와의 重疊을 實施하여 空間分析을 實行하였다 (그림 2).

버퍼링 分析은 隣近分析(proximity analysis)으로서 地形要素의 特定한 距離에 무엇이 있는 가를 分析하고 選擇한 地形要素의 둘레에 버퍼 다각형(buffer polygon)을 形成하여 一定 領域內의 空間現況을 照會할 수 있으며 특히 地下施設物을 中心으로 버퍼링 分析을 行할 경우 地上 下에서 作業시 突發 事故를 防止할 수 있다. 그림 3은 敷地造成圖와 GIS 데이터 베이스의 連繫 形態를 一部 나타낸 것이고, 그림 4는 固有番號를 附與한 敷地造成圖이다.

그림 3에서 나타나는 데이터 화일은 敷地造成을 나타내는 多角形(polygon)群에 대한 情報로서 各各의 敷地에대한 面積 및 둘레 길이와 함께 敷地의 固有番號가 함께 管理되고 있으며 이러한 데이터는 空間

ARECNO	AREA	PERIMETER	TBLOCK_	TBLOCK _ ID	Bcode
1	-359989.5000	2399.9630	1	0	0
2	79860.7500	15624.5600	2	201	900
4	4079.7350	302.3808	4	14	100
5	12154.6700	489.9518	5	17	200
13	20262.2400	562.3433	13	20	500
15	286.3997	204.0902	15	131	800
22	1203.2330	211.8069	22	3	300
37	19772.1200	600.9441	37	27	400
49	17615.7400	516.3914	49	44	600
65	7680.2660	506.3545	65	1	700

부지조성 계획	Bcode
단독 주택지	100
공동 주택지	200
상업 지역	300
근린공원	400
중 학교	500
국민 학교	600
버스 터미널	700
보도	800
도로	900

그림 3. 敷地造成圖와 GIS 資料基盤의 連繫

데이터 파일과 연결되어 敷地の 屬性을 別途의 데이터 作成없이 迅速하게 檢索하여 찾아낼 수 있다.

### 3.4 데이터 出力

入力된 各各의 空間 데이터와 屬性 데이터를 出力 하고 空間 데이터와 屬性 데이터를 連繫하여 出力시켰으며 各各의 레이어를 重疊시켜 出力했다(그림 5, 6, 7, 8, 9).

## 4. 結果 分析 및 考察

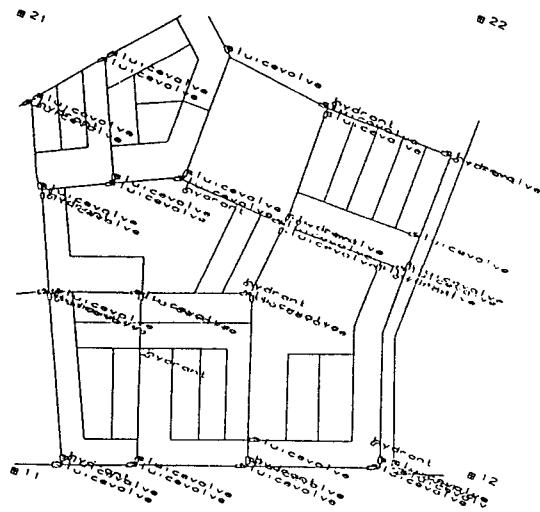


그림 5. 上水管網圖의 空間 및 屬性資料

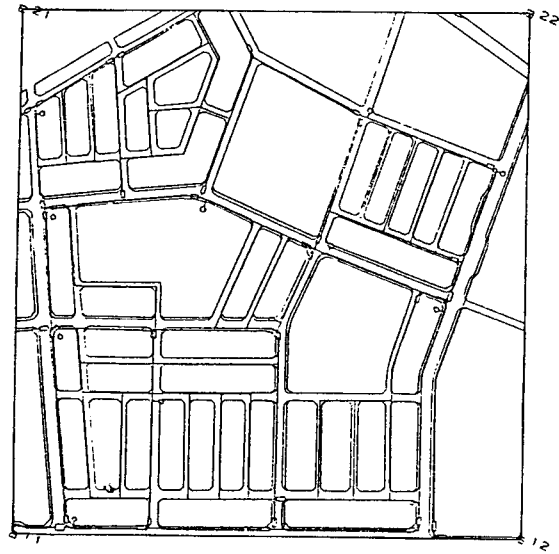


그림 7. 敷地造成圖와 上水管網圖의 重疊

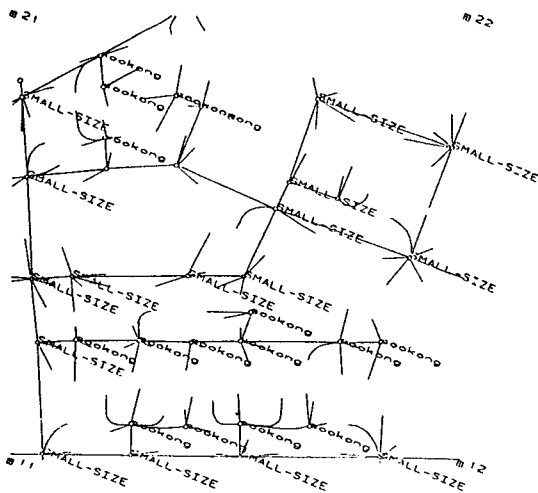


그림 6. 通信管路網圖의 空間 및 屬性資料

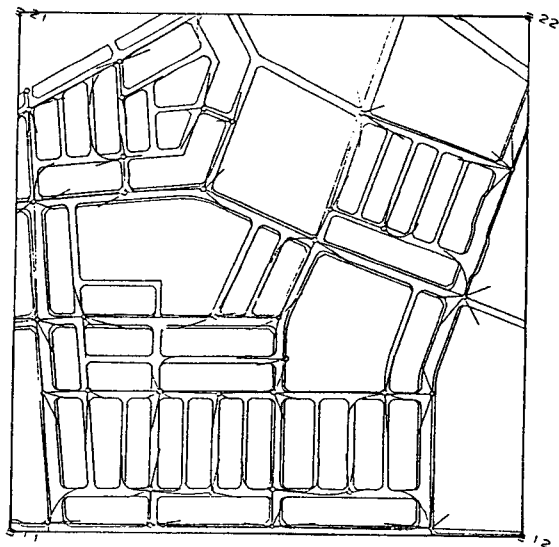


그림 8. 敷地造成圖와 通信管路網圖의 重疊

本 研究에서는 對象地域의 位置的 正確度를 分析 하기 위하여 通信管路上에서 任意의 線을 指定하여 屬性 데이터로 入力시킨 實際 管路길이(64.0000 m)와 GIS 데이터 베이스上에서 認識한 管路길이(62.2144 m)를 比較한 結果 1.7854 m의 誤差가 發生하였다 (그림 10).

誤差의 原因으로 實際거리는 面의 中央에서부터 點까지의 間隔을 意味하는 것이나 GIS 데이터 베이스上에서는 始點으로부터 終點까지의 間隔을 認識

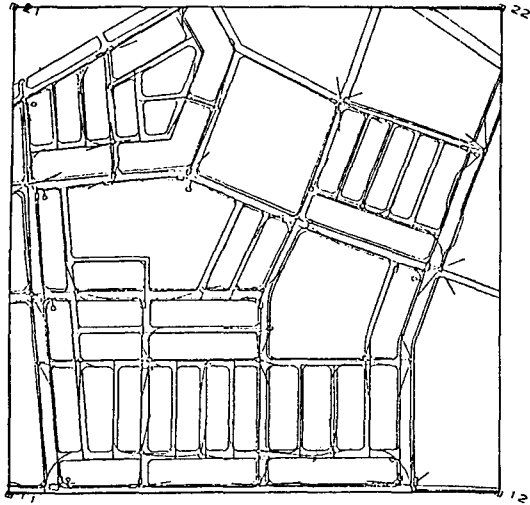


그림 9. 敷地造成圖, 上水管網圖, 通信管路網圖의 重疊

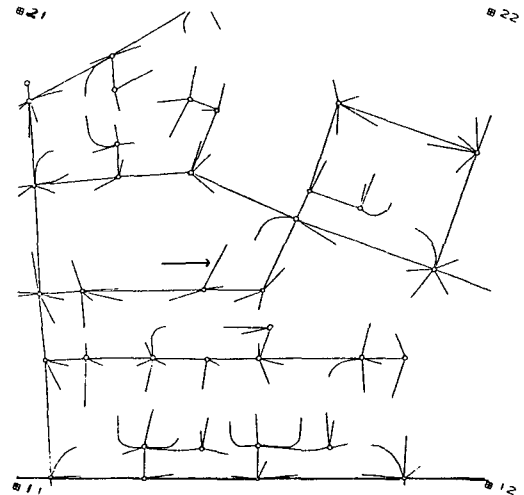


그림 10. 길이의 正確度 解析시 對象으로 한 通信管路

하기 때문인 것으로 分析되었다.

本 研究에서 構築한 地下施設物 維持管理方法은 既存의 施設物圖를 圖形化하고, 이에 대한 空間 및 屬性 데이터의 結合을 통한 地下施設物 維持管理의 電算化 方法을 具現하였다.

이러한 維持管理방법에 있어서 데이터의 모든 內容은 메뉴狀態에서 檢索과 變更이 可能하게 되어 있고 그래픽 內에서 地下施設物의 內容을 確認하고 出力할 수 있다. 따라서 手作業에 依存하던 既存의 在來式 圖面管理方法에 비해 效率인 管理 및 業務推進이 可能함을 보여 주었다.

특히, 圖面の 編輯과 修正에 있어서는 必要한 圖面의 一部分 및 全體를 迅速히 檢索하여 修正할 수 있으므로 데이터 베이스化한 圖面을 다시 製作하는 번거로움을 피할 수 있다.

## 5. 結 論

本 研究에서는 地下施設物의 效率인 維持管理를 위하여 地形空間情報시스템을 利用하여 地下施設物을 運用하는 技法에 대하여 研究한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 地下施設物의 각종 圖面이나 臺帳의 保存, 變更 內譯등의 空間 및 屬性 데이터를 데이터 베이스化 하므로써 利用 目的에 따라 貯藏된 情報를 쉽게 檢索, 編輯, 分析할 수 있다.

2. 地下에 埋設된 施設物들 사이의 現況을 正確히 把握할 수 있어서 作業中에 安全事故, 人命 및 財產 被害를 防止할 수 있을 것으로 思料된다.

3. 業務處理의 體系化와 簡便性에 의한 行政의 效率性으로 인하여 對民行政에 있어 서어비스의 改善이 이루어짐을 期待할 수 있다.

## 參考文獻

1. 柳根培. 地理情報論. 尚潮社, 1990.
2. ESRI. AM/FM/GSIS 1991 Workshop Rotterdam. Holland, Oct. 1991.
3. 현대전자산업(주). 地圖情報 시스템(Mapping System). 동서교역 출판부, 1991, 5.
4. CAD LAND(주) GIS 事業部. 地理情報시스템의 이해. 1992.
5. Stan Aronoff. Geographic Information System: A Management Perspective. 1989, pp. 1-13.
6. 柳福模. 測量學原論(II). 開文社, 1992.
7. 광주직할시청. GIS를 이용한 도시종합정보시스템 구축관련. 1992.
8. 柳福模. 지형공간정보체계. 東明社, 1993.
9. 한국수자원공사. 수자원 도형정보시스템 기본설계 보고서. 1992.
10. 한국GIS학회. GIS기술과 데이터 베이스. 1992, pp. 1-11.
11. 金弼洙. 地形空間情報시스템을 利用한 上水道施設의 維持管理. 1994.
12. Peuquet, D.J. Data structures for a knowledge-ba-

- sed Geographic Information System. 1984, pp. 372-391.
13. Khagendra Thapa, Robert C. Burtch, Primary and Secondary Methods of Data Collection in GIS/LIS. Surveying and Land Information System. 1991, pp. 162-170.
  14. Faust, N.L. Automated Data Capture for Geographic Information Systems: A Commentary, PE & RS. Vol. 53, No. 10, 1987, pp. 1389-1390.
  15. Keating T., Phillips W., Ingram K. An Integrated Topologic Database Design for Geographic Information Systems, PE & RS, Vol. 53, No. 10, 1987, pp. 1399-1402.
  16. Samet. H. Application of Spatial Data Structures: Computer Graphic, Image Processing and GIS. Addison-Wesley. 1990.