

(IV-48) 光波測距儀を用いた空洞調査システム

フドウ技研(株) 正会員○勝原 法生
 フドウ技研(株) 出口 敏博
 宇都宮大学 正会員 横山 幸満
 宇都宮大学 正会員 今泉 繁良

(1) はじめに

本システムは、流動化処理工法の信頼性向上を図るための支援システムとして開発したものである。流動化処理工法とは、建設現場で発生した土に流動性を高めるために調整泥水と固化材を適切な配合で混合し、用途に適した流動状態で、埋め戻し、裏込め等が必要な打設場所に直接投入あるいはポンプ圧送等の方法で流し込み、混合物の固化を待って処理の目的を果たす工法である。これまでの施工実績を踏まえて流動化処理工法に望まれるのは着工に先立ち正確な埋め戻し量が求まること、施工中の出来高管理が確実にできることである。特に大規模工事においては埋め戻される空洞のボリュームを正確に把握することで工費、工事期間を精度良く見積もることが可能になる。さらに空洞の量のみだけでなく、空洞の形状をビジュアルにすることで工事全容が把握できる効果的な管理システムとなっている。今回のシステムはプロトタイプとして製作したが、現在実用的なシステムを目指して取扱いの簡略化を図っているところである。

(2) システム概要

図-1 はシステムの概念図である。システムは次に示す3つの部分から構成される。

- ①距離計（反射ミラー不要の光波測距儀）
- ②距離計回転制御装置
- ③画像処理装置（パソコン）

写真-1 は距離計のヘッド部を示したものである。この部分には光波を放射し反射光を受けるためのレンズが2個見える。

計測にあたっては今回のシステムは空洞の内部に上

記①～③の計測装置一式をセットするが、実用機の場合は①距離計のみを空洞内へ挿入する方法を計画している。距離計は水平方向に 180° 、上方向に 90° 、下方向 60° 自由に振れる構造を取っている。したがって距離計の下方が平らな場所では前方向を計測後、 180° 反転させて後方を同様に計測することで空洞全方位（空洞形状と容量）の計測が可能である。

(3) 計測原理

図-1 の計測面K（一点鎖線で囲った部分）を正面から見た部分図が図-2-(a)で、点線に沿った $k_1, k_2, k_3, \dots$ は計測の順路、位置を示している。図-2-(b)は距離計から $k_1, k_2, k_3, \dots$ 点までの計測距離 $r_1, r_2, r_3, \dots$ を示したものである。

$k_1, k_2, k_3, \dots$ は距離計を等角度振って得た点であるから k_i 点の座標 (x_i, y_i, z_i) は距離 r_i から次

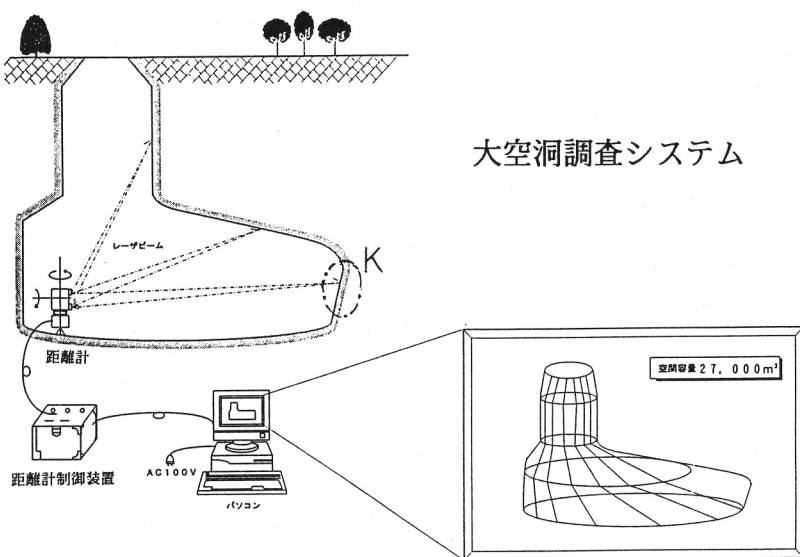


図-1 システム概要

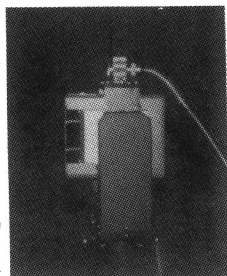


写真-1

式で計算できる。

$$\begin{aligned} x_i &= r_i \times \cos \phi_i \times \cos \theta_i \\ y_i &= r_i \times \cos \phi_i \times \sin \theta_i \\ z_i &= r_i \times \sin \phi_i \end{aligned} \quad \left(\begin{array}{l} \theta_i, \phi_i \text{ は計測} \\ \text{基点からの水平角、} \\ \text{仰角 (俯角)} \end{array} \right)$$

1) 計測面の表示

計測面の表示は隣合う計測点を頂点とする4角形(図のシャドウ部)で1面を構成し、これを連続処理することで全体の面を表してゐる。

2) 体積の計測、容量表示

体積の表示は1)で求めた4角形の1面を底面とする四角錐の体積を求め、これを全体積について加算することで対象空洞の容積を求めることができる。

(4) 計測時間と精度

距離計の制御角度は最小1°としているので30m離れた壁は約50cmのメッシュで計測することになる。計測時間は1点が約1秒掛かるので360°全周囲を計測すると18時間が必要である。これまでの計測経験からすると計測角度は3°とするのが精度、時間を考慮するとベターである。このとき計測時間は全周囲が2時間程度で済む。計測精度は測距儀の誤差が0.5%程度なので空洞容量は理論上3%以下の誤差で計測できると試算している。

(5) 実測結果

システムの能力チェックを兼ねて大谷地区採石跡地の坑道で実測を行った。写真-2に計測場所を示す。計測地点は高さ15m、奥行きが30m、幅12mの場所である。この場所からさらに奥へと坑道は続いている。

写真-3は計測地点の平面図を示したものである。各計測点の隣り合うデータを線で結びパソコン画面上に表示したものである。写真-4は計測した空洞を立体的に示したもので空洞の形状がよく理解できる。空洞の容積は計測が終了すると数分で演算処理し、写真-5に示すようにパソコン画面上に表示することができる。

(6) おわりに

大空洞調査システムはあらゆる空間の形状(ビジュアル化)、容積を計測する場合に使い方を工夫することによって有意義に活用できるシステムであると考えている。例えば、計測器を逆さに付けることで地面から下方の空洞へ穴を開けて空洞の天井から計測する方法も考えられる。しかしながら現状はプロトタイプということで実用システムとしては不備面があることも事実である。引き続き関係各位の適切なアドバイスを戴きながらフィールドでの計測を重ねていくことで安定した実用化システムとしていく所存である。

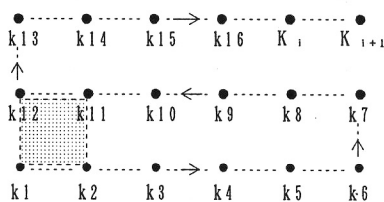


図-2-(a)

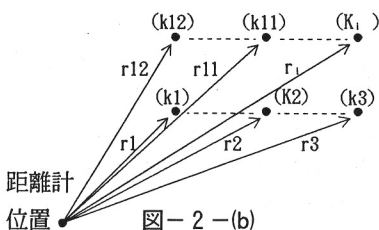


図-2-(b)



写真-2

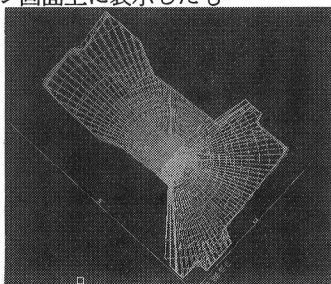


写真-3

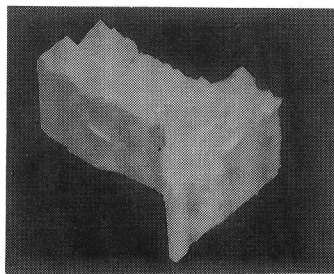


写真-4

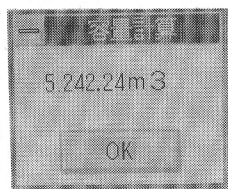


写真-5