

임피던스 헤드(Impedance Head)落下법에 의한 흙의 다짐管理

柳 基 松

(農漁村振興公社 農漁村研究院 首席研究員)

1. 緒 言

흙담이나 도로와 같은 土工構造物의 흙다짐에 대한 施工管理에는 다짐盛土의 品質을 關聯시킨 室內試驗과 現場試驗에 의한 乾燥密度管理 및 다짐裝備의 通過回數에 의한 工法管理 等이 利用되고 있다.

다짐盛土의 品質은 一般的으로 모래置換 또는 물置換에 의한 現場密度測定法으로 管理하기 때문에 時間이 많이 걸리고 또한 盛土全體의 品質을 確認할 수 없는 缺點이 있다.

그런데 임피던스헤드 落下法은 上記의 缺點을 補完하여 盛土의 品質을 向上시키고자 開發된 다짐管理시스템으로 이것은 盛土施工時 非破壞方法으로 흙의 다짐도를 나타내는 다짐指標를 計測하고 또한 計測位置를 測量하여 盛土의 다짐狀況을 平面的으로 表示할 수 있으므로 計測資料를 즉시 施工에 反映할 수 있는 長點이 있다.

따라서 本稿에서는 임피던스 헤드落下點에 의한 흙의 다짐管理에 대하여 簡單히 紹介하고자 한다.

2. 시스템의 基本構成

임피던스 헤드落下點에 의한 흙의 다짐管理 시스템의 基本的인 構成은 그림. 1과 같다. 이 시스템은 다짐裝備에 의하여 牽引되며, 임피던스 헤드의 落下에 의하여 非破壞로 흙의 다짐도를 나타내는 다짐指標를 計測하는 다짐計測

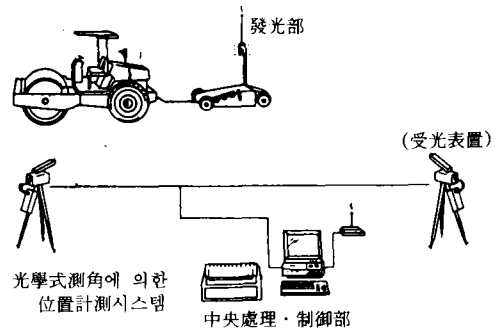


그림. 1. 다짐管理시스템의 基本構成.

시스템, 이 計測시스템의 位置를 光學的 測角에 의하여 盛土의 다짐狀況을 平面的으로 表示하는 位置計測시스템 및 이 두 시스템을 制御하는 中央處理統制部로 構成되어 있다.

3. 位置計測시스템의 原理

光學的 測角에 의한 位置計測시스템은 카메라 로보트로 測角하는 位置計測 方法을 말하며, 이 計測原理는 그림. 2와 같이 1邊의 길이와 그 兩端이 다짐計測시스템과 이루는 角度를 計測하여 3角測量方法으로 다짐計測位置를 計算하는 것인데 다짐計測시스템의 發光部와 이 發光部를 自動追跡하는 2臺의 카메라 受光裝置가 基本構成要素로 되어 있다.

發光部는 太陽光下에서도 光源을 識別할 수 있고 카메라 로보트에 의한 信號處理의 短縮을 考慮하여 약 480 Hz로 點滅하는 키세논램프를

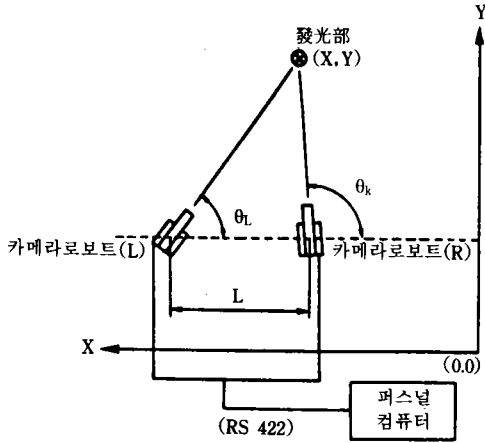


그림. 2. 位置計測시스템의 基本原理.

使用하였으며, 카메라로보트의 概要는 그림. 3과 같다.

點滅光源으로 부터의 光信號는 焦點距離 300 mm의 望遠렌즈를 통하여 포트트렌지스터어레이상에 結像된다. 測角은 카메라로보트 2臺사이의 基準線, 렌즈光軸의 偏角 및 點滅光源의 像을 連結하는 포트트렌지스터의 위치가 종합되어 측정되며, 여기서 얻어진 測角資料는 RS-422 및 RS-232C의 通信回路를 통하여 中央處理制御部의 포스트컴퓨터로 傳達되어 後述한 흙의 다짐 資料와 함께 平面的인 盛土의 다짐 管理에 利用된다.

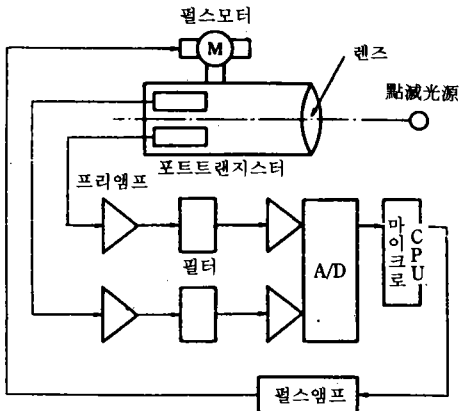


그림. 3. 카메라로보트의 概要.

4. 다짐 計測시스템의 原理

흙의 다짐은 一般的으로 다짐율로 管理하며, 이것은 韓國工業規格에 規程된 다짐試驗方法에 의한 盛土材料의 最大乾燥密度와 現場에 施工된 盛土의 乾燥密度의 比를 百分率로 나타낸다.

흙은 다짐에 따라서 密度와 強度가 增加하고 또한 흙의 振動應答特性도 變化하는데 本 임피던스 헤드落下法은 다짐에 따라서 變化하는 흙의 振動應答特性을 인펄스加振法에 의하여 時間的으로 計測, 다짐율을 구하는 方法이다.

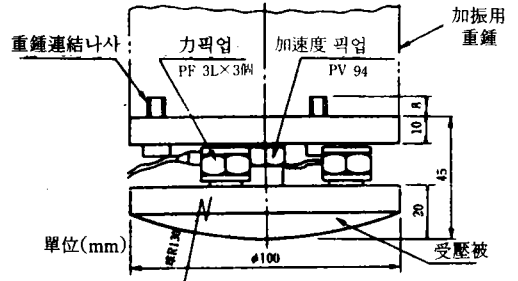


그림. 4. 임피던스 헤드의 基本構造

즉, 그림. 4와 같이 加速度計와 內藏된 探觸子(임피던스 헤드)에 加振用 重錘를 附着, 이를 測定地盤에 落下시켜 地盤과 衝突時에 重錘와 흙의 接觸임피던스를 計測해서 이를 다짐指標로 하는 것인데 接觸임피던스(Z)는 (1)式으로 正義되는 값이다.

$$Z = \frac{F_{max}}{V_{max}} \dots \dots \dots (1)$$

여기서, F_{max} ; 最大衝擊力

V_{max} ; 最大振動速度 ($= \int \alpha dt$)

α ; 衝擊加速度

t ; 衝擊繼續時間

이 接觸임피던스는 흙이 彈性的인 應答範圍에 있으면 흙의 다짐程度에 따른 固有의 값을 가지며, 이에 의한 計測波形의 例는 그림. 5와 같다.

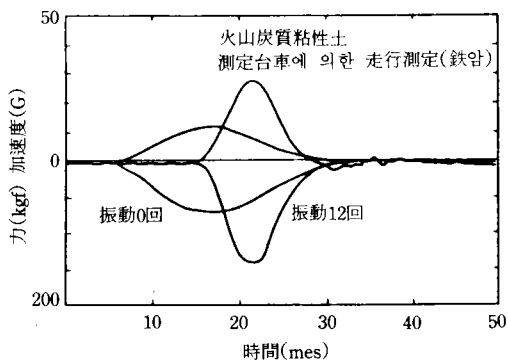


그림. 5. 임피던스 헤드에 의한 計測波形例.

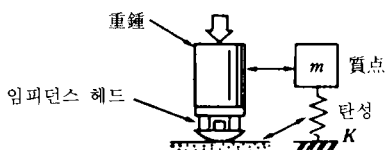


그림. 6. 計測 基本概念.

임피던스 헤드落下法의 計劃狀況에 대한 概念의 모델은 그림. 6과 같으며, 여기서 m 은 重錘의 質量, K 는 地盤의 彈性定數이다. 또한 그림. 5에서 地盤이 半無限彈性體로서 應答하는 周波數範圍에서는 뉴톤의 第2法則 即, $F = \alpha m$ 의 關係식이 成立한다.

또한 振動速度 V 는 $V = \alpha/\omega$ (ω ; 角振動數)이므로 $F/V = m\omega$ 로 되고 여기에 $\omega = \sqrt{k/m}$ 를 代入하면,

$$Z = \sqrt{mk} \dots\dots\dots (2)$$

로 된다. 즉 다짐指標인 임피던스 Z 는 基本的으로

다짐地盤의 彈性係數를 計測하는 것이므로 흙의 密度를 測定하는 것은 아니지만 一般的으로 良好한 盛土村이면 密度와 強度사이에는 그림 7과 같은 關係를 가지고 있으므로 미리 校訂試驗을 하면 施工現場에서 거의 時間的으로 現場密度를 推定할 수 있다.

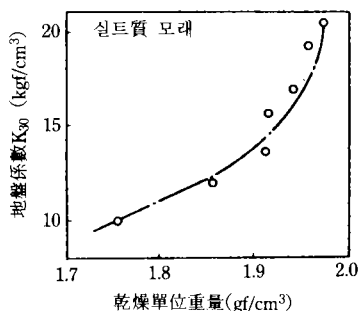


그림. 7. 흙의 密度와 強度의 關係例.

5. 結 言

以上으로 임피던스 헤드落下法에 의한 흙의 다짐管理에 대하여 說明하였는데 이 다짐管理의 觀點에서 볼때 相當히 飛躍된 未來指向的인 시스템이며, 이것으로 平面的 및 時間的인 다짐狀況을 把握하면서 高品質의 盛土다짐을 한다는 基本概念은 매우 重要하다고 생각된다.

끝으로 本稿는 日本 綜合土木研究所의 諒解를 얻어 基礎工 '89年 10月號에 掲載된 "土の締固め管理システム"의 內容을 要約하여 紹介한 것으로 綜合土木研究所의 關係者 여러분께 感謝 드린다.