

技術論叢

Cement silo 內의 cement 容重 分布

大韓洋灰工場長代理 權 煥 鎔

Cement silo 또는 Tank 內 Cement 의 在庫量을 推定함에는 silo (or Tank) 內의 自由表面을 測定한다던가 또는 既存測定值를 基準삼아서 Cement mill 即 粉碎工場의 Feeding machine Fluxo pump mill의 能率等을 比較하여 在庫量을 測定推定하여 容量(Volume)에 容重(比重)을 곱(乘)하여 測定推定하는 것이 普通 一般的인 方法인 것 같다.

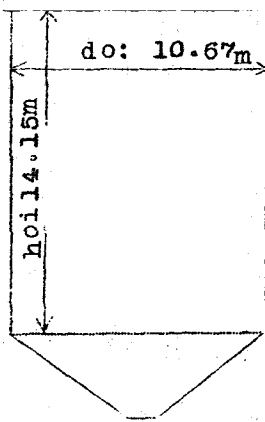
그러나 그 差誤가 莫甚하여 때에 따라서는 生産統計, 管理, 出荷의 予量等 副次的인 支障이 過多함을 恆常 經驗해 왔다.

그런데 實際로는 silo 內部 Cement 容量은 silo 의 大小 Cement의 增減에 따라서 變化가 甚하고 上部는 가볍고 下部는 重圧되어 比重自体의 差異가 커서 容量×容重=在庫量의 式은 너무나 誤差가 많다. 그러므로 silo 로부터 排出된 Cement 와 silo 內의 Cement 의 높이를 空高에서 逆算하여 實測하고 在庫量과 높이와의 關係式을 誘導하여 Cement 自由面으로 부터 Cement의 容重分布式을 求한다. 이 방법은 Cement 貯藏量, 在庫量을 算出하는데 보다 合理的이고 正確한 方法으로 立証될 것이다.

1. 測定 方法

먼저 投入 silo 形狀은 Fig 1과 같고 Cement는 普通 Portland Cement로서 粉末度는 88# Standard sieve 에서 3% 前後 Blain 比表面積(Specific surface) $3,200\text{cm}^2/\text{g}$ 로서 在庫量의 測定은 全

排出 出荷량을 減引하여 算出한다。 또 Silo 内の Cement 量の 높이는 Silo 높이 (円筒部分) 으로 부터 空高를 Minus 해서 算出했다。 Silo 内の Cement 의 自由面은 乱散된 境遇를 測定想定한 位置를 定하여 測定한 結果는 table 1 에 나타냈다。 이는 日本 Cement 技術協會誌에서 實驗測定한것으로 相當히 正確한것으로 看做된다。 이 table 을 基準삼아 下記와 같이 數式을 誘導한다。



測定 番号	測定 結果		Silo 内の Cement	
	出荷量 (t)	Silo 空高 (m)	在庫量 W(t)	높이 h(m)
1	0	2.10	1,647	12.05
2	120	3.30	1,527	10.85
3	308	5.65	1,219	8.50
4	152	6.80	1,067	7.35
5	113	7.30	954	6.85
6	104	8.20	850	5.95
7	145	9.40	705	4.75
8	292	11.78	413	2.37
9	140	12.79	273	1.36
10	102	13.70	171	0.45
-	171	-	-	-

fig 1 投入 Silo의 形状

table 1 測定結果

2. 在庫量과 높이와의 關係式

上記 table 1 의 測定值가 正確하다고 断定하면 이에 맞추어 回帰 方程式을 演算하여야 된다。 只今 在庫量 W(t) 높이 h(m) (=14.5 - 空高) 와의 關係式 即 回帰方程式은

$$W = 129.1h + 103 \dots \dots \dots (1)$$

여기서 다시 對數方程式을 導出하기 爲하여 다음과 같이 演算한다。 $h (=h_0 - r) = 14.1 - \text{空高}$ 와 W 와의 關係式을 對數圖表上에 Plot 하면 曲線이 그려지는데 이曲線形狀으로 推定하여 $h_0 = 14.15$ 를 15.15로 修正하면 그의 直線으로 됨으로 $\log W$ 와 $\log H$ 間의 直線

關係式이 되기 위하여 $H_0 = 15.15 \quad 15.25 \quad 15.35$ 등으로 演算하면 $H_0 = 15.25$ 의 값을 發見할수있다. 그래서 (1)式에 $W = 0$ 를 代入하면 $0 = 129.1h + 103 \quad \therefore h = -\frac{103}{129.1} \approx -0.797 \approx 8$

$$\therefore h_0 = 14.15 - (-0.8) = 14.95 \approx 15$$

따라서 $W \cdot H$ 對數曲線關係로 부터 回歸二次方程式을 얻는다.

$$0.26h^2 + 126.4h + 105 = W \quad W = 0 \text{를 代入하면 } H_0 \approx 15$$

即 위의 $H_0 = 14.95 \approx 15$ 와 같은 結果가 됨으로 一般的인 方程式은

$$a(\log H)^2 + b(\log H) + c = \log W$$

$$H_0 = 15.15 \text{면 } a = +0.0165 \quad H_0 = 15.35 \text{면 } a = -0.0375$$

故로 $H_0 = 15.21 = 15.25$ 일때 $a = 0$ 가 됨으로 直線關係式을 얻고

또 Silo의 相對的 높이 H_0 는 投入 Silo 下部의 不定形部分形狀

do의 円筒으로 看做한 全 높이

$H_0 = 15.25$ 로 볼수있다.

따라서 W 와 H 와의 關係를 對數圖表에 나타내면 fig 2와 같이되고

이로서 對數式을 演出할수 있다. 따라서 (2)式을 얻는다.

$$\log w = 1.069 \log H + \log 106.6.. (2)$$

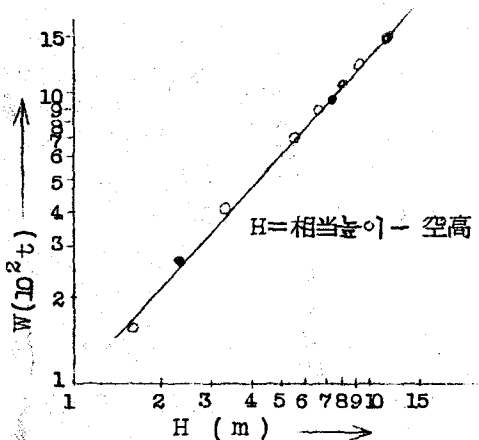


fig 2. 在庫量 W 와 높이 H 와의 關係圖

다음에 (1)式及 (2)式으로 부터의 計算值를 實測值와 對比하여 表示하면 table 2와 같다. 여기서 實測值와 計算值와의 差는 (2)式에 依한 方法이 (1)式보다는 實測值에 對한 比率이 安定되어 있으므로 (2)式의 方法이 보다合理的이다. 따라서 實驗의 Silo와