

CSGの自重落下による混合作用の衝突運動量による評価

大成建設（株） 土木技術研究所	正会員 大友 健
大成建設（株） 札幌支店	正会員 平川 勝彦
大成建設（株） 土木技術研究所	正会員 伊藤 一教
大成建設（株） 土木本部土木技術部	正会員 楠見 正之
同上	正会員 道場 信昌

1. はじめに

CSGの製造効率の向上等を目的として、著者らは、自重落下方式のCSG混合装置についての研究を進めている¹⁾。既報²⁾において、CSGの自重落下混合を模擬する模型装置を用いた実験結果から、CSGの混合効率には、落下すること自体より、落下時に障害物にたたきつけられることの影響のほうが大きいとの推察を得ていた。

本報告は、このたたきつけ効果を、CSGの各種障害物への衝突速度や衝突状態までを考慮した衝突運動量の概念により説明しようとしたものである。

2. 使用材料と配合

砂礫には最大寸法を80mmとした忠別川産の川床砂礫を使用した。砂礫粒子密度は $2.46\text{g}/\text{cm}^3$ である。

単位水量が $125\text{kg}/\text{m}^3$ となるように砂礫材料の含水率をあらかじめ調整し、これに結合材として普通ポルトランドセメントを $60\text{kg}/\text{m}^3$ 添加した。

3. 試験装置と試験方法

CSGの混合には、図-1に示す7種類の障害物を設置した自重落下混合装置を使用し、ベルトコンベヤにより砂礫材料（30リットル）とセメントを連続して投入した。

混合後の試料のうち骨材径40mm以下のものをウエットスクリーニングによりふるい取り、 $\phi 150 \times 300\text{mm}$ 供試体3本に成型した。成型には外部振動機を使用し、湿潤密度が $2.0\text{g}/\text{cm}^3$ 程度となるように締め固めた。供試

体は材齢7日まで 20°C で封緘養生し圧縮強度試験に供した。

4. 障害物の相違による強度と落下時間の変化

図-2には、自重落下混合時の障害物の種類の相違がCSGの圧縮強度とそのばらつき状態（3本の供試体の最大値と最小値の差）に及ぼす影響を示す。

混合装置内での自重落下を繰り返すことによって圧縮強度が増大し、そのばらつきは小さくなるが、障害物の種類によって得られる圧縮強度は異なった。

棒状障害物に比べ板状障害物の混合効率が高い（圧縮強度が大きく供試体間の強度差が小さい）こと、Z型（7枚）の板配置の混合効率が漏斗型あるいはらせん型の板配置よりも高いことが分かる。同じZ型でも14枚配置の場合には圧縮強度は小さくなった。

自重落下に要する時間は、漏斗型、棒状障害物<Z型（7枚）、らせん型<Z型（14枚）のように変化した。

5. 自重落下時における衝突作用の考慮

図-3に示す式-1によって、自重落下時の衝突運動量を算定した。算定結果を表-1に示す。障害物への衝突角度の影響をsin項で、障害物に衝突しない

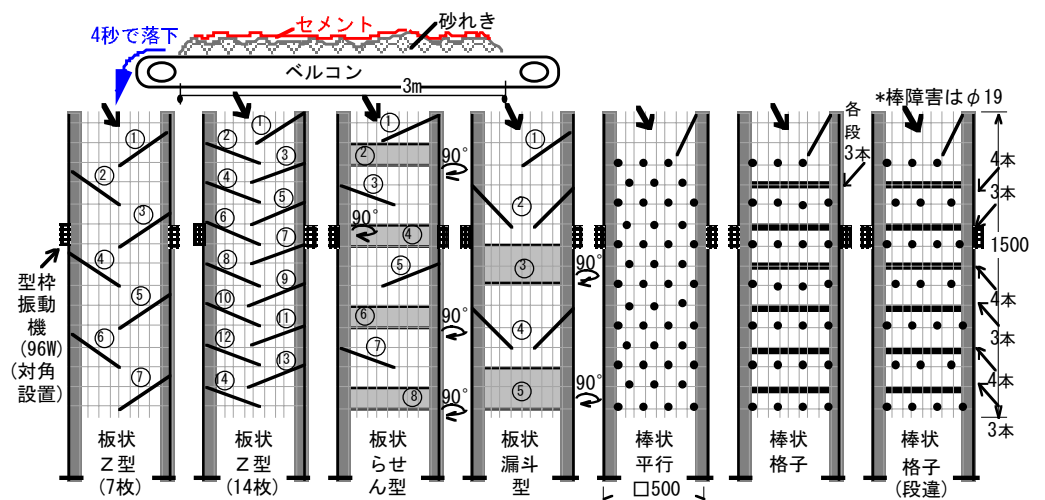


図-1 自重落下混合模擬試験装置における障害物種類

キーワード CSG, 混合, 衝突, 運動量, セメント添加土

〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 TEL 045-814-7228 FAX 045-814-7253

で通過する材料の影響を衝突効率係数によって表した。

漏斗型障害の場合、1組の漏斗部の開口率は20%、棒状障害では、いずれの棒配置においても約75%の開口率であったので、衝突効率係数を各々80%、25%と設定した。

板状障害における衝突運動量と圧縮強度の関係を図

4に示す。障害の形状や数量、落下速度が異なる場合でも、衝突運動量を指標とすることで、圧縮強度をおおむね同一の累乗関数により表わすことができるものとなることが明らかとなった。

漏斗型障害の場合、図-3 から衝突効率を80%としていたが、図-5 に示すように板状障害の強度発現と比較すると、実際の衝突効率は50%程度であった。これは漏斗型の場合、CSGの流下が開口部近傍に集中する影響が表れたものと考えられる。

棒状障害の場合は、効率係数が0.25の場合に板状障害と同様な強度発現となったので、幾何学的な衝突効率の設定が、実現象と適合していたものと考えられる。

6. まとめ

自重落下による混合効果の評価に衝突運動量の概念を適用し、これに障害物への衝突角度と衝突効率を表わす係数を導入することで、板状障害物・棒状障害物の数量や種類あるいは落下速度による混合効果の相違を説明できることを明らかとした。

障害物の数量を大きくすればたたきつけ回数は多くなるが、この結果、落下速度が小さくなれば、かえって衝突運動量は小さくなる現象が生ずるので、

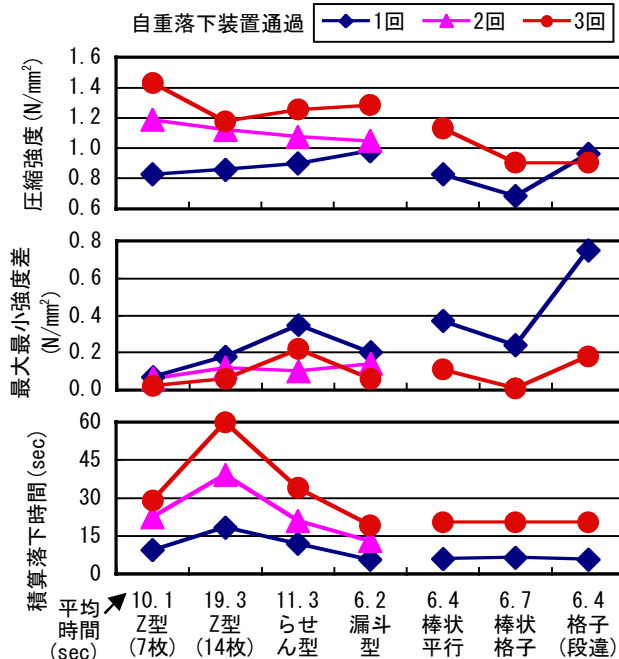


図-2 障害の相違が圧縮強度と落下時間に及ぼす影響

$$W = k \cdot n \cdot M \cdot V \cdot \sin \theta \quad \text{式(1)}$$

ここで、
 W : 衝突運動量 (kg・m/s)
 M : 物体質量 (kg)
 V : 衝突速度 (m/s)
 k : 衝突効率係数
 n : 衝突回数
 $\sin \theta$: 衝突角度係数項
 θ : 衝突角度 (ラジアン)

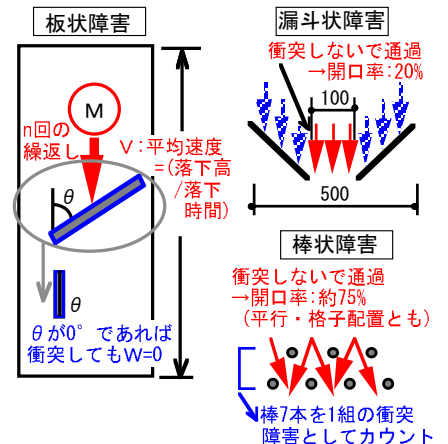


図-3 衝突運動量の定式方法

表-1 単位質量あたりの衝突運動量の算定結果

障害種類	衝突(落下)速度(m/s)				積算衝突回数			衝突角係数	効率係数	衝突運動量(kgm/s/kg)		
	1回	2回	3回	平均	1回	2回	3回			1回	2回	3回
Z型(7枚)	0.278	0.205	0.263	0.249	7	14	21	0.86	1.00	1.67	2.47	4.75
Z型(14枚)	0.104	0.096	0.094	0.098	14	28	42	0.95	1.00	1.39	2.56	3.74
らせん型	0.188	0.231	0.205	0.208	8	16	24	0.95	1.00	1.43	3.51	4.66
漏斗型	0.882	0.600	0.616	0.700	5	10	15	0.86	0.80	3.04	4.13	6.36
棒状平行	0.750	-	0.536	0.643	6.5	-	19.5	1.00	0.25	1.22	-	2.61
棒状格子	0.577	-	0.536	0.556	6.5	-	19.5	1.00	0.25	0.94	-	2.61
格子(段違)	0.789	-	0.529	0.659	6.5	-	19.5	1.00	0.25	1.28	-	2.58

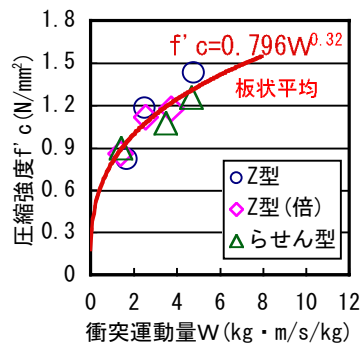


図-4 衝突運動量と圧縮強度の関係（板状障害の場合）

衝突運動量を最大とするような障害物配置が存在することが推察される。

参考文献

- 岡谷ほか：砂礫とセメントの簡易混合機開発基礎実験，土木学会第57回年次学術講演会講演概要集VI, pp. 507-508, 2002. 9
- 楠見ほか：砂礫とセメントの自重落下による混合方法に関する模型実験，土木学会第57回年次学術講演会講演概要集VI, pp. 507-508, 2002. 9

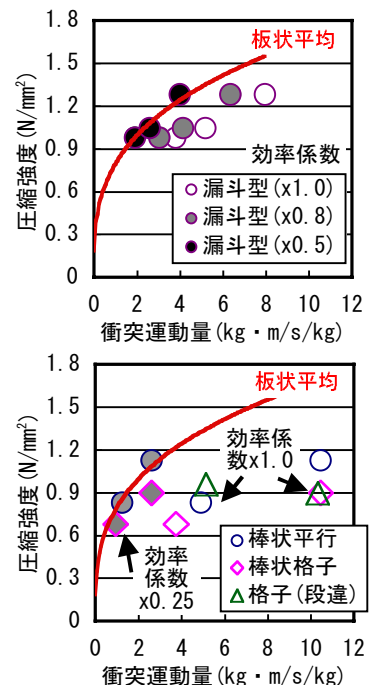


図-5 漏斗型・棒状障害における効率係数の影響