

徳島県庁
徳島大学工学部
徳島大学大学院
(株)旭コンクリート

正会員○多田 友和
正会員 橋本 親典
学生員 稲田 修
正会員 野口 幸治

1. はじめに

従来の型枠バイブレーターや壁打ちバイブレーターなどの締固め方法では、振動源から遠ざかるにつれて急激に締固め効率が低下するため、締固め時間が長くなる傾向にあり、振動が一律に伝達されない。その結果、全体が締固められるまでに、振動源付近のコンクリートが過度の振動をうけることになり、材料分離が発生しがちになるという欠点を有している。この問題を解決する締固め方法の一つとして、型枠全体を一定の振幅で振動することにより、コンクリート全体に一律な締固めエネルギーを与える方法（以下、揺動式加振装置と称す）を開発した。揺動式加振装置の詳細については、参考文献 1)に記載しているので省略する。

本研究では、揺動式加振による締固め方法の有効性を明らかにすることを目的として、揺動式加振装置と従来のテーブルおよび壁型枠に据え付けたバイブレーターによる図-1 に示す型枠に打ち込まれたコンクリートの締固めならびに 54 リットルの全量洗い分析試験を合計 13 回行い、粗骨材とモルタルの容積比の変動から定義した材料分離指数を求め、定量的に検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料とコンクリートの配合

使用材料としては、普通ポルトランドセメント（比重 3.16）、岐阜県各務原市上戸町産の玉砕石（最大寸法 25 mm，比重 2.6，F.M.7.10），および川砂（比重 2.57，F.M.2.96），高性能 AE 減水剤（比重 1.2）を用いた。目標諸条件を出すため、水セメント比（W/C）と細骨材率（s/a）を一定とした単位水量 142,151,162 kg/m³ の 3 種類の配合を用いた。

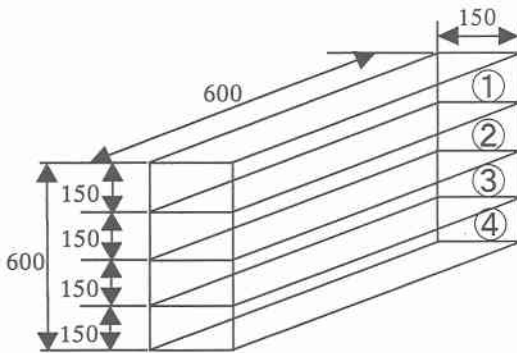


図-1 型枠形状(mm)

実験に用いたフレッシュコンクリートの性状と締固め条件を表-1 に示す。

なお、加振装置の種類については、参考文献 1)に記載しているので、本論文では省略する。

表-1 実験に用いたフレッシュコンクリートの性状と締固め特性

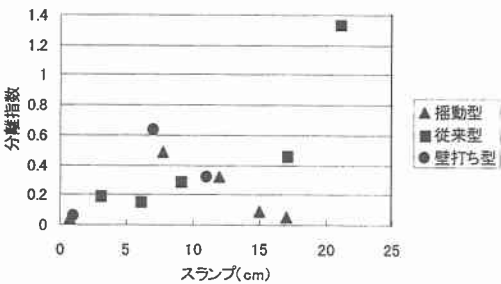
実験 番号	気温 (℃)	コンクリ ート温度 (℃)	平均 スランプ (cm)	空気量 (%)	28 日 圧縮強度 (N/mm ²)	加振装置	周波数 (Hz)	振幅 (mm)	打込み時間 (s)
1	30	30	3.0	2.5	53.8	従来型	200		136
2	29	30	0.75	3.0	58.2	揺動型	100	±0.14	125
3	31	29	7.75	2.5	46.4	揺動型	100	±0.14	60
4	32	33	21.0	1.0	46.7	従来型	200		300
5	32	33	6.0	1.7	48.8	従来型	180		396
6	30	32	17.0	1.1	52.6	揺動型	100	±0.06	300
7	32	32	15.0	1.0	56.8	揺動型	80	±0.07	203
8	31	31	7.0	1.7	—	壁打ち型	210		241
9	32	32	12.0	1.3	—	揺動型	80	±0.13	212
10	31	33	17.0	1.4	52.3	従来型	200		400
11	31	31	9.0	1.9	50.9	従来型	200		440
12	27	27	1.0	3.0	54.4	壁打ち型	210		900
13	29	28.5	11.0	1.5	52.5	壁打ち型	210		390

2.2 全量洗い分析試験方法

洗い分析は、「まだ固まらないコンクリートの洗い分析方法(JIS A 1112-1989)」に従って行った。通常の洗い分析試験は、試料の一部の容積の採取により行われるが、本実験においては、洗い分析試験のデータの精度を正確に知るため、全量により行うものとした。全量の洗い分析試験とは、図-1 に示す型枠の高さ方向を 15 cmピッチに 4 層で分けて区切り、上層から順に、1~4 層と順番を付け、この 4 層において材料分離の程度を比較するものである。手順は次の通りである。型枠にコンクリートを打込み、各振動締固めを行い、ただちに各層からフレッシュコンクリートを取り出し、その体積(V)を測定する。それを 5 mm のふるいにかけて粗骨材料だけ取り出し、表乾状態にして質量(M g)を測定する。

$$V_g = M_g / \gamma_g$$
 ただし、 V_g ; 粗骨材の体積, γ_g ; 粗骨材の比重, V_m ; モルタルの体積
$$V_m = V - V_g$$
 M_g : 粗骨材の質量, V : コンクリートの体積

材料分離の程度を評価するためのパラメーターの一つとして、各とモルタルの容積比（以下、 V_g/V_m と称す）を用いることにした。



3. 実験結果および考察

3.1 スランプと材料分離の関係

一般的に、スランプが大きいほど材料分離は起こりやすいといわれている。本研究では、材料分離の程度を定量的に評価するために、次式に示す分離指数を定義する。

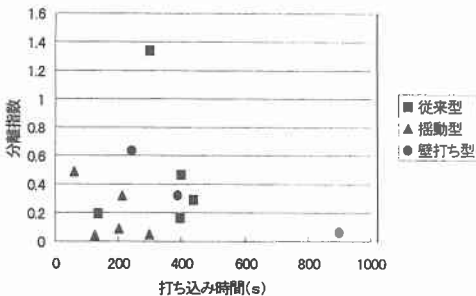
分離指数 =
$$\frac{\text{4層の } V_g/V_m \text{ の最大値} - \text{4層の } V_g/V_m \text{ の最小値}}{\text{4層の } V_g/V_m \text{ の平均値}}$$

図-2 スランプと分離指数の関係

分離指数とは、各層ごとに V_g/V_m を求め、その最大値と最小値を引いて平均で割ったものであり、零に近いほど材料分離が起こっていないことを示す。図-2 にスランプと分離指数の関係を示す。従来型は、スランプが大きくなるにつれて、分離指数が大きくなっている。壁打ち型は、実験回数が少ないが同様の結果になると推測される。一方、揺動型はスランプが大きくなっても、分離指数は小さい値でほぼ一定になっている。また、揺動型の点でスランプ 7.75 cmの時に、分離指数が 0.49 と大きい値を示しているが、これは振幅が±0.14 mmでスランプ 0.75 cmと同じ振動条件であったことが原因である。揺動型は、コンクリートのコンシステンシーに応じて、材料分離を抑えた最適な締固めが可能であると考えられる。

3.2 コンクリート打込み時間と分離指数の関係

図-3 は、打込み時間と材料分離の関係を示す。壁打ち型の場合、最大で 900 秒近いものがあり、従来型の場合 400 秒程度が 3 回ある。一方、揺動型の場合一番長い打込み時間で 300 秒程度である。揺動型による締固めでは、材料分離が小さく、打込み時間も短い。従来型や壁打ち型よりも作業効率が良い。



4. 結論

本実験の範囲内で得られた結論を以下に記す。
従来型および壁打ち型における締固めとは異なり、揺動型による締固めでは材料分離が起こりにくく均質なコンクリートが製造でき、揺動型は従来型や壁打ち型に比べて、打込み時間が短い。

図-3 打込み時間と分離指数の関係

参考文献：稲田修・橋本親典・多田友和・村田光：揺動式加振装置を用いたフレッシュコンクリートの振動特性，第4回四国支部技術研究発表会講演概要集（掲載予定），1998年5月