

気泡消失装置による打込み方法の検討（プレキャストコンクリート製品）

(株)IHI建材工業 正会員○武藤 香穂 正会員 黒澤 隆
(株)IHI 正会員 木作 友亮 正会員 吉田 有希 (株)NejiLaw 非会員 道脇 裕

1. はじめに

コンクリート構造物の表面性状は、美観的な問題だけにとどまらず、劣化因子の浸透速度に影響を与える。プレキャストコンクリート工場では、表面気泡処理を含む仕上げ作業に、多くの時間を費やしている。そのため、表面気泡を削減することは、コンクリート製品の品質向上やコスト縮減に効果がある。

本研究では、表面気泡を含むコンクリート中の気泡をCBと呼ぶ。著者らは、コンクリートに生じるCBの消失メカニズムに関して、物理学的理論（CB理論）¹⁾を提案し、コンクリートに変動的慣性力を作用させることが、CBの消失に有効であるとの知見を得た^{2) 3)}。また、プレキャストコンクリート工場に適用可能な気泡消失装置^{4) 5)}を考案した。本研究では、気泡消失装置で鉄筋を配した型枠にコンクリートを打込み、打込む位置（鉄筋上方または型枠底板直上）が気泡の発生状況に与える影響を比較する。

2. 気泡消失装置の概要

本実験で使用した装置の概要を写真1、図1に示す。本装置は、振幅、振動数などが制御されたサーボモーターによって、投入ダクトを上下に変位させる構造となっている。投入ダクト内を通過する過程でコンクリートには変動的慣性力が付与され、投入ダクト下部からCBを消失させたコンクリートが排出される。



写真1 気泡消失装置

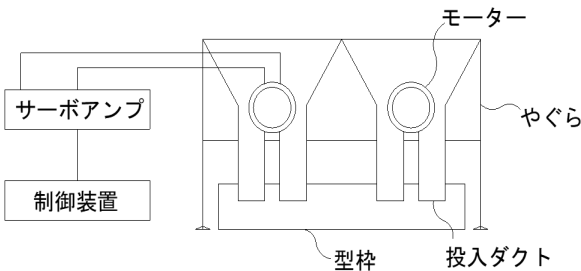


図1 気泡消失装置の概要図

3. 実験概要

表1に実験概要を示す。打込み締固め方法は、気泡消失装置と棒状バイブレータの2種類とした。気泡消失装置の投入ダクト最降下時点の下面の位置は、①上面鉄筋より50mm上方（以下、鉄筋上）②型枠底板より50mm上方（以下、底面）の2種類とした。コンクリートに付与する加速度は、6G、8G、10Gの3種類とした。試験体数は合計7体である。

表1 実験概要

形状	1100mm×1000mm×140mm (0.154m ³)		
設計基準強度	51N/mm ²		
スランブ	21cm		
打込み締固め方法	投入ダクト下面の位置	加速度	試験体数
気泡消失装置	上面鉄筋より50mm上方	6G, 8G, 10G	3体
	型枠底板より50mm上方	6G, 8G, 10G	3体
棒状バイブレータ	-	-	1体

コンクリートの硬化後、試験体を矩形の型枠から脱型し、試験体の4側面を写真撮影した。当該写真を二値化し、画像分析で気泡の総面積を側面の面積で除した気泡面積率を求めた。表面気泡のコントラストを明瞭にするため、一宮らの研究⁶⁾を参考に、試験体表面を黒く塗りつぶし、気泡に高炉スラグ微粉末を詰めてから写真を撮影した。

キーワード C B理論, 表面気泡, 気泡消失装置, 変動的慣性力, 気泡面積率

連絡先 〒130-0026 東京都墨田区両国 2-10-14 (株) I H I 建材工業 事業推進統括部土木部 TEL. 03-6271-7237

4. 実験結果

図 2～4 は二値化した試験体の 4 側面をつないだ画像であり，直径 1mm 以上の表面気泡のみを抽出している．実験結果を表 2 に示す．気泡面積率は，試験体 4 側面における平均値で評価した．気泡消失装置を使用した場合，棒状バイブレータに比して，平均気泡面積率が鉄筋上は最大 59%，底面は最大 75%減少した．以上より，鉄筋上から打込む場合であっても，表面気泡の消失に有効であることが確認された．

一方で，鉄筋上の 6G，8G では，投入ダクトの吐出口方向の側面において，コンクリートが十分に充填されない現象が見られた．よって，鉄筋上から打込む場合は，10G 程度の加速度を与えることが望ましいと考えられる．

また，試験体平面を十字に切断し，内部の気泡を観察した．投入ダクト付近では，鉄筋上・底面ともに，棒状バイブレータよりも内部気泡が減少する傾向が見られた．しかし，投入ダクトから離れた位置では，棒状バイブレータに比べて内部気泡が増加する傾向であった．また，すべての試験体で材料分離は認められなかった．

表 2 実験結果

試験体名	平均気泡面積率	バイブレータと比較	備考
鉄筋上-6G	1.222%	31%減	未充填部分は除外
鉄筋上-8G	0.723%	59%減	未充填部分は除外
鉄筋上-10G	0.732%	59%減	
底面-6G	0.453%	75%減	
底面-8G	0.746%	58%減	
底面-10G	0.508%	71%減	
バイブレータ	1.776%	-	

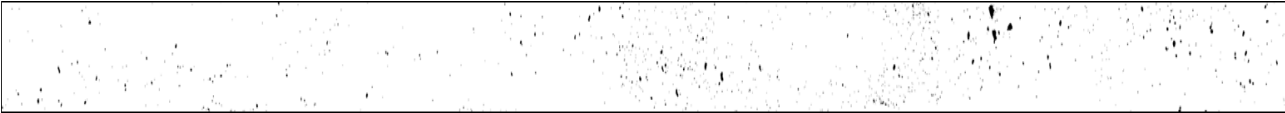


図 2 二値化画像（鉄筋上 10G）

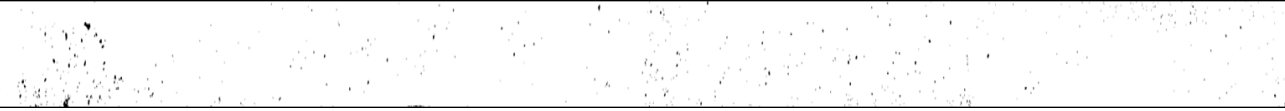


図 3 二値化画像（底面 6G）

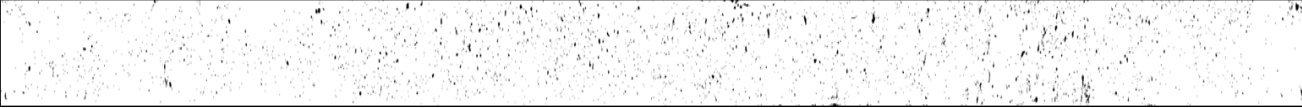


図 4 二値化画像（バイブレータ）

5. まとめ

- ・気泡消失装置を使用した場合，棒状バイブレータに比べて，平均気泡面積率が鉄筋上は最大 59%，底面は最大 75%減少した．
- ・気泡消失装置を用いて，鉄筋上からコンクリートを打込む場合は，10G 程度の加速度を与えることが望ましい．
- ・気泡消失装置による打込みは，表面気泡に限らず内部気泡の低減に有効であることが示唆された．
- ・一方で，投入ダクト付近と投入ダクトから離れた位置における内部気泡の差異については，今後の検討課題とし，追加実験等を行なう．
- ・切断面を観察した結果，気泡消失装置の打込みによる材料分離は認められなかった．

参考文献

1) 株式会社 NejiLaw 道脇裕：生コンクリートの気泡の微細化方法，特開 2018-145089
2) 木作ら：気泡消失理論の提案と実験的検証（その 1：中流動コンクリート），土木学会第 74 回年次講演概要集，2019
3) 吉田ら：気泡消失理論の提案と実験的検証（その 2：普通コンクリート），土木学会第 74 回年次講演概要集，2019
4) 株式会社 NejiLaw 道脇裕：気泡の微細化消泡装置及び充填装置，特願 2017-213159
5) 株式会社 NejiLaw 道脇裕：慣性力付与装置，特願 2018-048650
6) 一宮ら：高流動コンクリートの表面気泡と材料分離に及ぼす微振動の影響,材料学会論文集,Vol.48,pp.1294-1299,1999