

作業性を向上させた自己充填コンクリート用の 受入れ検査用簡易試験器の開発

学籍番号:1170133 氏名:藤田 浩史 指導教員:大内 雅博

高知工科大学システム工学群建築都市デザイン専攻

要旨：打設現場での自己充填性の受入れ検査用として、自己充填コンクリートをアジテータ車シュートから直接採取し1分間静置したのちゲートを開放し、コンクリート通過の可否により自己充填性の合否判定を行う、1人で使用可能な簡易な試験器を開発した。試験器を通過することによって溜まっていたコンクリートの沈み高さと、スランプフロー値および自己充填性ボックス試験結果との相関から、合格基準となる沈み高さを設定した。

Keywords: 自己充填コンクリート, 受入れ検査, 自己充填性試験, スランプフロー, BOX 試験, 粗骨材粗粒率

1. はじめに

自己充填コンクリートは、振動締固めをしないため、普通コンクリートと比較してコンクリート自体の品質管理や受入れ検査が特に重要となる。しかし、既存の自己充填コンクリート用全量試験装置では処理能力が不足する問題点がある。また、その全量試験装置では、粗骨材が沈降した分離コンクリートを検知することが特に困難であるということが明らかになった。

本研究では、アジテータ車から排出される際の試料採取を容易にする、自己充填コンクリート用簡易試験装置を開発する。従来の試験により定量化する自己充填コンクリートの性状と、試験器通過の性状・可否の関係を明らかにすることにより、その有効性を検証する。

スランプフロー値が 600 mm 以上のもので、ボックス試験での上昇高さが合格範囲（3 本もしくは 5 本で 270mm 以上上昇）と設定した。一方、分離したコンクリートとは、粗骨材沈降し、モルタルとは分離した状態のコンクリートとする。十分なスランプフロー値がありながらボックス試験による充填高さ不十分であるものを想定した。



写真-1 ボックス試験・障害物 R₂（鉄筋 3 本）

2. 試験器の要件および制約条件

以下の制約条件のもと、試験器を開発する。

- ・硬すぎるコンクリートが停止（通過しない）。
- ・分離した（粗骨材が沈む）コンクリートが停止
- ・合格品のみ、分かりやすい形で通過

ここでの「合格品」の自己充填コンクリートとは、

3. 粗骨材の粒度が試験器通過に及ぼす影響

既往研究により開発したL字型試験器では、試験に必要なコンクリートを約 100まで少なくすることが出来た（図-1）。この試験器により、スランプフロー600 mm 以上の自己充填性の高いコンクリートは、合格の基準となる沈み高さ 130 mm 以上（コンクリート出口

高さよりも低くなる状態の沈み打高さ)となるまで通過することが出来た。一方、スランプフロー550 mm 満の硬いコンクリートは、沈み高さ 130 mm 未満で停止させることが出来た。

しかし、既往研究では骨材の種類を1種類しか用いていなかった自己充填性、特に間隙通過性に大きな影響を及ぼすのが粗骨材である。試験器の信頼性を向上させるためには、条件を変えて実験を行う必要がある。

そこで本研究では、このL字型試験器を用いて、使用するコンクリート中の粗骨材の粒度分布が試験器の通過性状・沈み高さに及ぼす影響を調べた。

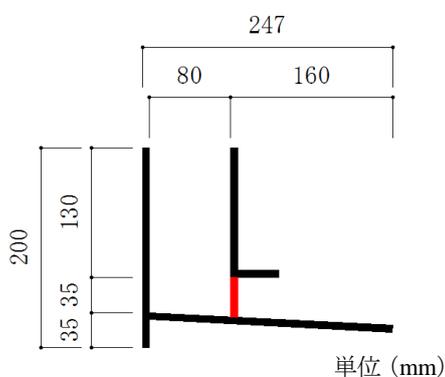


図-1 L字型試験器

粗骨材の粒度は、JISに規定された粗骨材の粒度分布の下限よりも小さいものと、上限と同程度の粒度の粗骨材の両方を使用した（図-2）。これらを用いて合格品および不合格品の両方のコンクリートについて試験した。また、ゲートの高さの違いによる沈み高さへの影響を確認するため、ゲートの高さを35mm又は50mmの2種類で比較した。（写真-2）その結果、コンクリートに粗骨材の沈降がない（分離していない）場合、粗骨材流動の大小にかかわらず、ボックス試験による合格基準を満たしたコンクリートは沈み高さが大きく、不合格品は沈み高さが小さかったといえる（図-3）。また、沈み高さはボックス試験上昇高さとの間に相関関係がある。分離コンクリートはこの通りではなかった。

次に、ゲートの高さを50 mmとして同様の実験を行った。粗骨材の径の大きさや、コンクリートの状態

にかかわらずすべて沈み高さが130mm以上となってしまった。このことから、ゲートの高さ50 mmは不適切であると判断した。

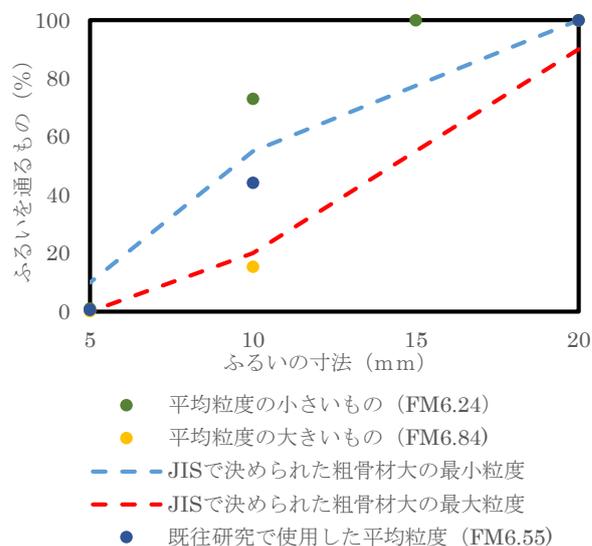


図-2 使用した粗骨材の粒度分布の範囲

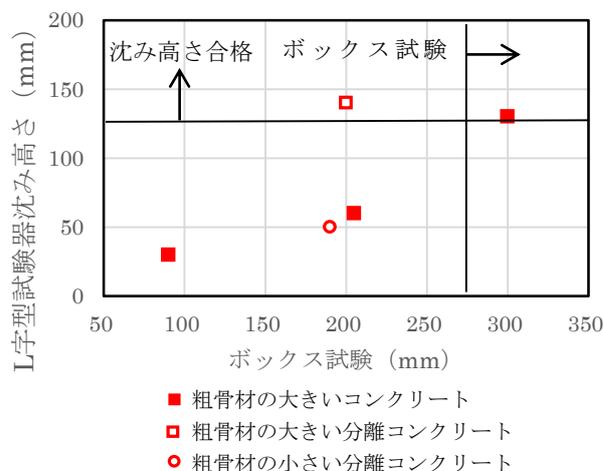


図-3 ゲートの高さ35mmでのボックス試験（障害物R₂）上昇高さ（mm）と沈み高さ（mm）との関係

4. 新しい形状の試験器の考案

L字型試験器によりコンクリートの受け入れ検査は可能との見通しを得た。しかし、打設現場での作業性の良さを追求すると、アジテータ車のシュートから直接コンクリートを投入可能な形状のものが良いと考えた。そこで、市販のポリバケツを用いて新たな形式の試験器を考案した（写真-2）。

粗骨材の最大寸法 20 mm を想定し、出口ゲートの高さを 35 mm および 40 mm のものを試作し、横幅を断面中心から 90 度の扇形となるようにした。

自己充填コンクリートはスランプフローとボックス試験により自己充填性を判定しているのが通常である。スランプフローの値が大きいものほど変形しやすく、ボックス試験の上昇高さの大きいものほど自己充填性が高いといえる。一方、分離したコンクリートは粗骨材が沈んでしまうことにより、スランプフロー値が大きくてもボックス上昇高さが十分ではない。そこで、スランプフロー 600 mm 以上かつボックス試験上昇高さ 270 mm 以上となるものを合格品の自己充填コンクリートとした。

合格品および分離したものを含む不合格品のコンクリートについて、検証実験を行った。出口ゲートの高さ 35 mm では合格品のコンクリートが閉塞してしまう結果となった。ゲートの高さが小さすぎ、粗骨材がゲートで詰まってしまったためである。一方、ゲート高さ 40 mm とすると、合格品は沈み高さが大きく、不合格品は沈み高さが小さくなった。以上から、ゲートの高さを 40 mm に設定した。試験器の沈み高さに対する、スランプフロー値や、ボックス試験上昇高さとの関係を求めた (図-5, 図-6)。分離のない場合、スランプフロー値と沈み高さの間には相関関係があった。さらに、分離したものまで含めると、ボックス試験上昇高さとの間には高い相関関係があった。よって、ゲート高さ 40mm 及び出口幅中心角 90 度とすることで、ボックス試験による自己充填性ランク R₂ のコンクリート受け入れ検査可能であると判断した。

なお、分離とは判定しがたいボックス試験上昇高さ 300mm 以上のもので沈み高さ 130mm 未満のものが見られたが、いずれもスランプフロー 650mm 以上と、分離の手前といったものであった。分離に関してはボックス試験よりも厳しめに判定するのがこの試験器であると考えた。消費者にとっては、安全側の判定である。



写真-2 作業性を考えた新型試験器

5. ゲートの開放方法の改善

これまでのゲートの開放は、試験器を引き上げるようになっていた (写真-3)。しかし、この方法では試験器を持ち上げて置くときに振動を与えてしまうためコンクリートの流れ方に影響を与えてしまい、正確な結果が得られないと考えた。そこで、試験器を持ち上げず、ゲートを引き上げる形状にした (写真-4, 図-3)。これにより、振動を与えずにゲート開放をすることが出来た。

合格品の自己充填コンクリートのスランプフロー 600mm 以上・ボックス試験 3 本で上昇高さ 270 mm 以上となるため、この基準を満たした試験器の沈み高さは 130 mm 以上であった。(図-4, 5) これにより合格基準となる沈み高さは 130 mm が適切であるとみなした。



写真-3 ゲート改良前試験器 (外側カバーを下げながら外して内部容器の出口からコンクリートが流れる形式)



写真-4 ゲートを改良した試験器 (内側容器を持ち上げながら外し、外部容器の出口からコンクリートが流す形式)

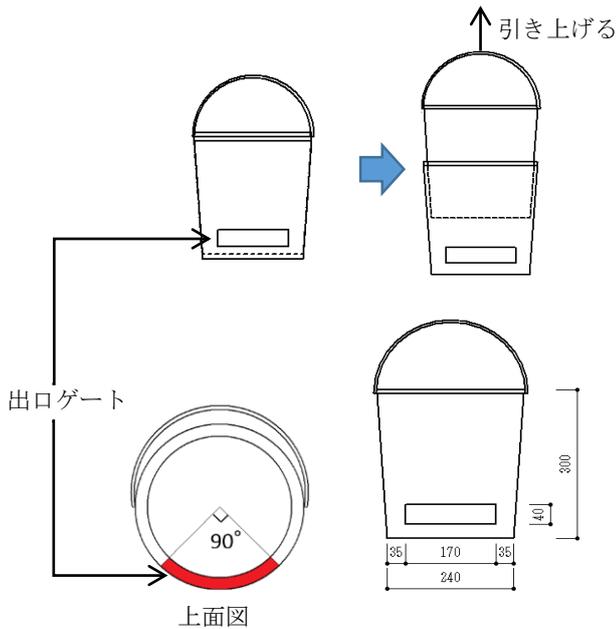


図-3 ゲートを改良した試験器（ゲートの高さ 40 mm）

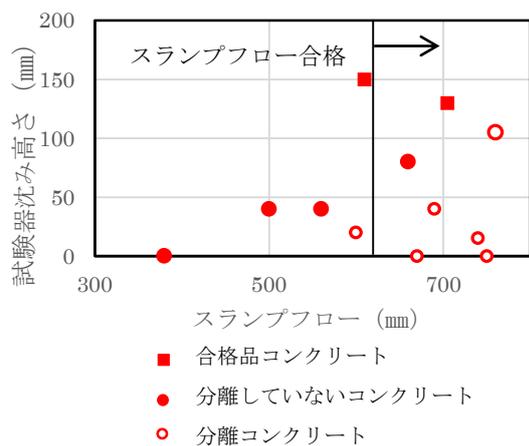


図-4 スランプフロー値と沈み高さとの関係
（ゲート高さ 40 mm）

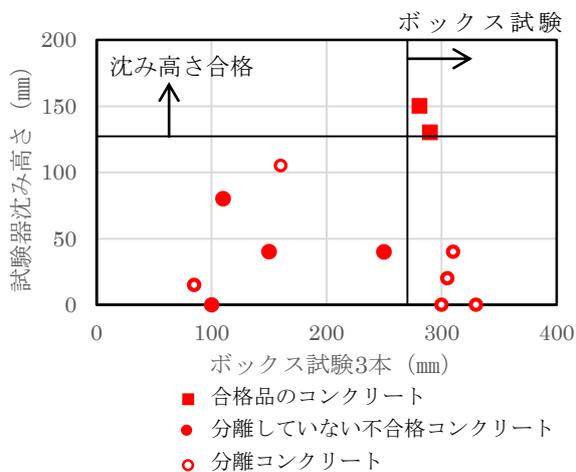


図-5 自己充填性（障害物 R₂）上昇高さと
沈み高さとの関係（ゲート高さ 40 mm）

表-1 使用材料

材料	概要
セメント	普通ポルトランドセメント（比重：3.15）
細骨材	石灰砕砂（比重：2.70、吸水率 0.25% 粗粒率：2.9）
粗骨材	石灰碎石（比重：2.70 吸水率 0.25%）
高性能 AE 減水剤（SP）	ポリカルボン酸エーテル系化合物

表-2 コンクリートの配合表

W/C （%）	単位水量 （kg/m ³ ）	単位水量（kg/m ³ ）		
		セメント	細骨材	粗骨材
45	205	456	938	810

7. 結論と今後の課題

本研究の結果、以下のことが明らかになった。

(1) 分離しているもの以外は L 字型試験器の沈み高さは、ボックス試験 3 本の結果との間に相関関係があることが分かった。

(2) アジテータ車のシュートから直接コンクリートを投入する形状の試験器を考案し、作業性を向上させることが出来た。

(3) 上記の試験器で出口の高さを 40mm・幅を扇形中心角 90 mm とすることにより、コンクリート沈み高さがボックス試験上昇高さとの高い相関関係が得られた。合格品となるコンクリートの沈み高さは、高さ 30mm・容量 15 リットルのバケツの場合で、130mm 以上であった。

今後、鉄筋 5 本のボックス試験（障害物 R₁）に対応する試験器を作成する必要がある。

参考文献

- ・今橋泰二郎：打設現場での自己充填コンクリートの受け入れ検査用随時試験器の開発，高知工科大学卒業論文，2015 年 2 月
- ・岡村 甫・前川宏一・小澤一雅：ハイパフォーマンスコンクリート、技報堂出版、1993 年