

# 打設現場での自己充填コンクリートの受入れ検査用全量試験器の形状と通過可否との関係及び分離コンクリートの停止方法

学籍番号：1150074 氏名：新川晴也 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：自己充填コンクリートの受け入れ検査用全量試験器の形状と自己充填コンクリートの通過の可否との関係を明らかにした。コンクリートを投入する際に溢れる問題を天板を下げることで解決し、試験器内に残るコンクリートの量を減らすため、コンクリートを最初に受ける板に傾斜をつけ処理速度も向上した。さらに、鉄筋の間隔を変更させたことによって分離したコンクリートを停止させることが可能となった。これらにより、コンクリートの不合格品となるスランプフロー600 mm 以下、分離したコンクリートを停止させることが可能であることを確認した。

*Keywords* : 自己充填性 , 試験器形状 , 分離コンクリート , 鉄筋間隔

## 1. はじめに

自己充填コンクリートは、現場での施工の良否よりも品質に左右される部分が大きいとされている。また、既存の試験方法は、スランプフロー試験やロート試験、U型試験など試料の採取を必要とし全量試験には不向きである。また、これまでの全量受入れ試験装置では、スランプフロー550 mm 以下の不合格品自己充填コンクリートでも通過してしまう。また、処理速度が遅く試験器の高さが400 mm であるなどの問題を改善するため、新たな試験方法を開発する必要がある。

本研究では、自己充填コンクリートが現場でアジテータ車からポンプ車に投入される間に試験器を設置することを想定し制作を行う。全量試験器を通過する自己充填コンクリートの通過可否と自己充填コンクリートの性状を観察することにより合格品の判定を可能とする試験器を開発する。

## 2. 制約条件

以下の制約条件のもと試験器の制作を行う。

- ・高さは200 mm 以内とする。
- ・自己充填コンクリートの合格品のみ流し切る
- ・不合格品は停止する

- ・分離したコンクリートを停止する
- ・試験器の幅はポンプ車のホップの約半分の600 mm 以内とする

高さ200 mm は、ポンプ車のホップとアジテータ車のシュートとの間に試験器を配置する為、その高さを考慮している。合格品は、自己充填コンクリートのスランプフローが600 mm 以上のもので、不合格品はスランプフローが550 mm 以下のものと設定した。分離コンクリートは粗骨材とモルタルが分離したコンクリートとする。試験器の幅が600 mm 以内というのは、ポンプ車のホップの幅が約1200~1300 mm であるため、ホップに試験器を二つ並べる事を想定し600 mm 以内としている。

## 3. 既往研究

既往研究の分離判定も行う事ができる試験器として鉄筋を二重に配置し、二組目の鉄筋を通過する際に完全に閉塞させる試験器が考案されている。その鉄筋間隔により、自己充填コンクリートの品質を確かめることが可能である。

自己充填コンクリートはスランプフロー試験によって流動性を判定している。これは従来のスランプ試験

での判定は困難であるためである。そこで、図-1 の様にスランプフロー試験時のコンクリートの形状を円錐と仮定し、コンクリートの 300 mm からスランプ値を引いた値(高さ)とスランプフロー値の半径(底面の半径)を用いて、頂点から底面の円周上までの角度を測定し、合格品であるスランプフロー 600 mm 以上のものが通過する様に障害物を試験器内部に設置する形状が考案されている(図-2)。しかし、自己充填コンクリートを投入する際に投入口が狭くコンクリートを貯めておけるスペースが無いため溢れてしまい、一度に流すことが出来なかった。コンクリートを最初に受ける板(以下、受け板)上にコンクリートが残る。また、分離したコンクリートを確実に停止させることができない問題点がある。

そこで本研究では、一度に多くの自己充填コンクリートを溢れる心配がなく投入でき、試験器内に配置した鉄筋の間隔により分離したコンクリートも停止させられる試験器の開発を行った。

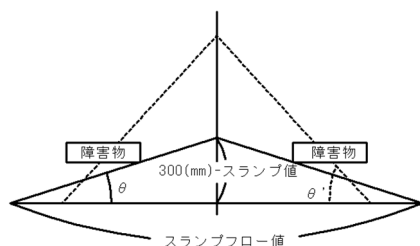


図-1 障害物の位置決定方法

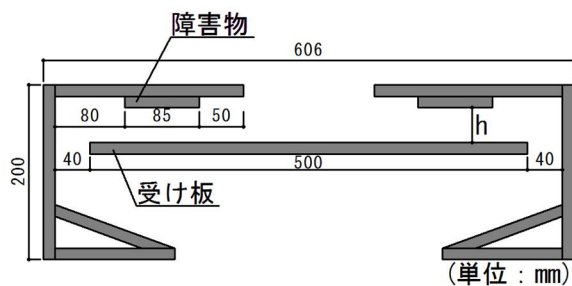


図-2 既往研究による試験器

## 4. 試験器の形状

### 4.1 投入時の問題と処理能力向上の検証

既往研究により、自己充填コンクリートの通過可否を判定することが出来たが、投入の際にコンクリートが溢れてしまい、一度に投入することが困難であるという問題点と処理能力の向上を図るということを考えてこの試験器図-1 を試作した。既往研究の試験器の幅

を 415 mm からポンプ車のホッパの約半分である 600 mm に広げ処理能力向上を図った。また、天板を下げることで、自己充填コンクリートを貯めておけるスペースを設ける事により一度に投入できるようになり、処理能力も向上した。さらに自己充填コンクリートの通過可否の確認も取れた。

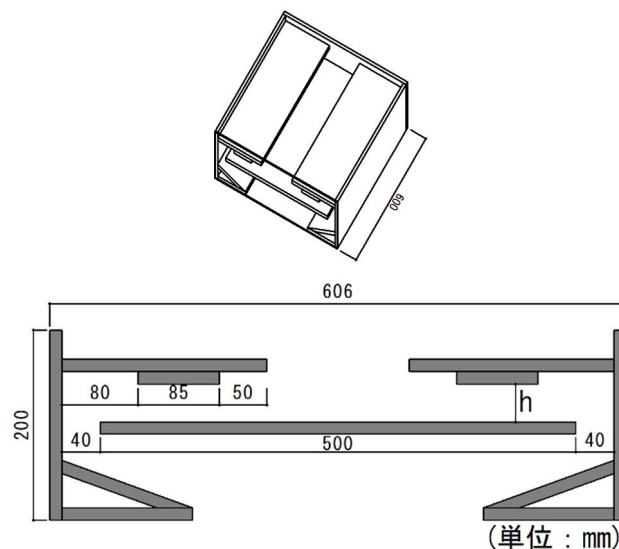


図-3 コンクリート多量投入のために受け口を設けた

### 4.2 受け板傾斜角と障害物の位置の決定

図-3 の試験器では、受け板が水平なため試験器内にコンクリートが多く残ってしまうことが問題であった。そこで、コンクリートを受ける板に傾斜をつけることで、試験器内のコンクリート残量を少なくすることが出来ないかまた、処理能力の更なる向上は図れないかと考えた。写真-1 の試験器で受け板の角度を変えられるように制作し、最適な傾斜角度を見つけるために繰り返し検証を行った。傾斜をつけたことで、図-3 の試験器内の高さ h(以降障害物の高さ)では停止出来ていたコンクリートまでも通過してしまうことがわかった。そこで、傾斜角と障害物の高さを調節し、実際に試験器に複数回合格品の自己充填コンクリートと不合格品の自己充填コンクリートのどちらも投入させることにより傾斜角と障害物の高さを決定した。表-1 にその実験結果を示した。傾斜角 0°(水平)の時と同様に合格品の自己充填コンクリートは通過し、不合格品は停止させられる最大の傾斜角及び障害物と受け板の間隔を検討した。その結果傾斜角度が 3°であり、障害物の高さが 30 mm の場合、合格品は通過し不合格品は停止させるという条件を満たしたことがわかった。



写真-1 受け板可動式試験器

表-1 受け板傾斜角と障害物高さによるコンクリート通過の可否

障害物の高さ (mm)		傾斜角度 $\theta$ (°)			
		0	2	3	6
30	合格品	×	×	○	○
	不合格品	×	×	×	○
35	合格品	○	○	○	○
	不合格品	×	○	○	○

○: 通過 ×: 停止

#### 4.3 受け板傾斜つき全量試験器の性能検証

これまで試作した試験器から、処理速度の向上、試験器内のコンクリート残量及びコンクリートが溢れない投入方法、受け板可動式試験器によってわかった傾斜角度と障害物の高さを考慮した上で図-5の試験器を試作した。さらに、試験器にコンクリートを投入する方法をバケツからではなく、アジテータ車からの搬入を想定して、写真-2のようなシュートを作成してコンクリートを流し実験を行った。表-2は、自己充填コンクリートのスランプフロー値を約 50 mm 刻みに変化させたものの通過可否を示したものである。スランプフロー値の小さいものは障害物を通過する際に骨材が詰まり、停止することが明らかになった。また、30lの自己充填コンクリートを流すのにかかる時間を計測し、単位時間あたりに流すことのできるコンクリートの量を求めた。その結果、既往研究の試験器では単位時間あたりに流せるコンクリートの量が約 4.1 m<sup>3</sup>であったのに対し、多量投入型試験器では約 5.1 m<sup>3</sup>、受け板傾斜つき全量試験器の場合約 5.6 m<sup>3</sup>流すことが出来、処理能力向上がみられた。

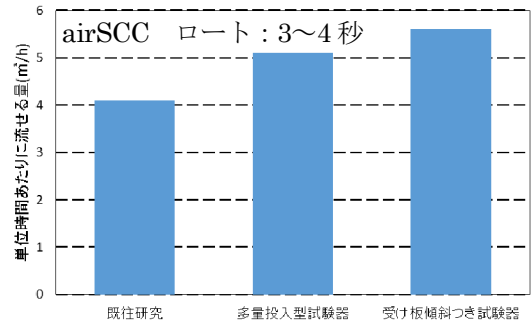


図-4 各試験器の単位時間あたりに流せるコンクリートの量

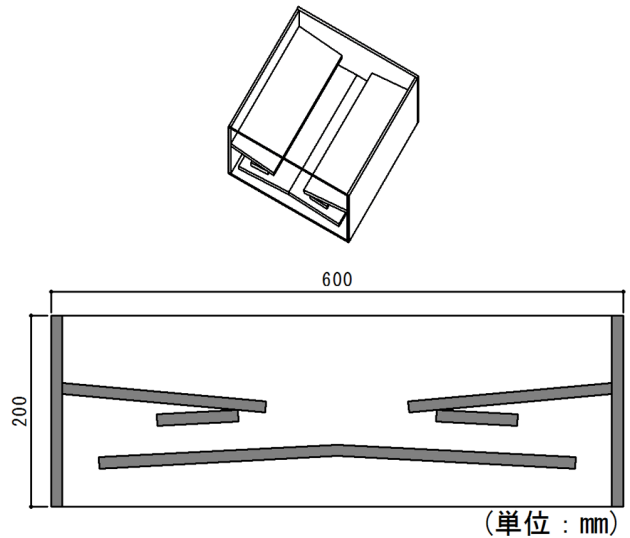


図-5 受け板傾斜つき全量試験器

表-2 スランプフロー値と通過の可否の関係

スランプフロー (mm)	通過可否
450~500	×
500~550	×
550~600	×
600~650	○
650~	○

○: 通過 ×: 停止



写真-2 実験での全量試験器の配置

## 5. 鉄筋間隔による分離コンクリート停止の検討

既往研究では分離したコンクリートを停止させる方法が未確立であった。そこで、試験器内部に鉄筋を配置し、分離コンクリートを停止させる方法を既往研究<sup>1)</sup>を参考に検討した。写真-3のような試験器を試作し、鉄筋間隔を変えて実際に複数回分離したコンクリートを投入させることで検証を行った。下の表-3はその結果を示したものである。図-6のような鉄筋の配置で、障害物の高さ 30 mm で鉄筋間隔を変えて実験を行った。しかし、鉄筋間隔を広げて実験を行ったが合格品のコンクリートでも粗骨材が鉄筋を通過する際に流動速度が低下したため、鉄筋を通過する際に骨材が詰まってしまう、障害物によって停止してしまった。そこで障害物を無いものとし鉄筋のみで分離したコンクリートを停止させる方法に変更して実験を行った。コンクリートを切り返した直後のものを試験器に流すと、分離したコンクリートも通過してしまうことがわかった。これは切り返した直後は一時的にコンクリートの品質が良くなっているためであると考えられる。そこで写真-2の様にシュートを使用して実験を行った結果、シュートを流れてくる際に材料分離が起き、分離したコンクリートを停止させることが可能となった。その結果、表-3に示すように鉄筋の中心間隔を奥行き=70 mm,幅=40 mmにしたときに分離した自己充填コンクリートを停止させ、合格品のコンクリートは通過させることが出来るようになった。



写真-3 分離コンクリート判定の為の障害物

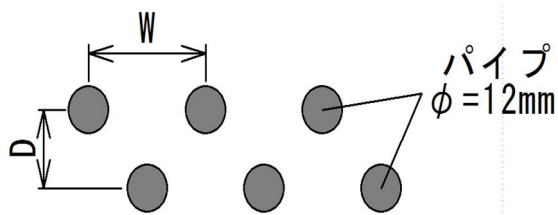


図-6 模擬鉄筋の配置図

表-3 鉄筋間隔と障害物によるコンクリートの通過又は停止

障害物の高さ (mm)		鉄筋間隔(mm) D=40		
		W	W	W
		70	80	90
30	合格	×	×	×
	分離	×	×	×
開放	合格	○	○	○
	分離	×	○	○

○：通過 ×：停止

## 6. 結論

以下のことが明らかになった。

- (1) コンクリートの投入時に溢れてしまう問題点を、試験器上部にコンクリートを貯めておけるスペースを設けたことにより、一度に投入することができ解決した。
- (2) 処理速度の向上と試験器内のコンクリート残量を少なくすることを考慮し、受け板傾斜つき全量試験器の形状にすることで、自己充填コンクリートのスランプフロー600 mm以下の判断をできるようになった。また、処理速度も少し向上させることができた。
- (3) コンクリートの流動に対して鉄筋間隔が奥行き70 mm,幅40 mmの場合、合格品のコンクリートは通過し、分離したコンクリートは停止させることができた。

## 7. 今後の課題

スランプフローによる合否判断が出来るようになり、処理速度も少し向上させることが出来た。また、試験器内のコンクリート残量を減らすことが出来た。鉄筋間隔によって分離したコンクリートを停止させることができた。しかし、これら傾斜つき全量試験器と分離判定試験器を一つにまとめ、スランプフローによる判断と分離したコンクリートかを判断できる試験器を開発することで、様々な自己充填コンクリートの品質を判断することが可能になるが、鉄筋の配置場所を考察していく必要がある。一方、全量試験器を普及させる為には一時間あたり 50 m<sup>3</sup>の処理能力が必要である。

## 参考文献

- (1)大内雅博：フレッシュコンクリートの自己充填性評価システム,東京大学学位論文,pp.53,1997年9月
- (2)川上浩司：打設現場における受け入れ検査用全量試験装置の形状と自己充填コンクリート通過の可否との関係,高知工科大学卒業論文,2014年2月