

画像処理システムによる標準網ふるいの目開き検査について

全国生コンクリート工業組合連合会	正会員	○山之内康一郎
全国生コンクリート工業組合連合会	正会員	辻本 一志
全国生コンクリート工業組合連合会	正会員	入江 一次
全国生コンクリート工業組合連合会	正会員	鈴木 一雄

1. 目的

生コンクリートの製造に関わる使用骨材の物性の一つである粗粒率は、コンクリート配合に影響するので、その管理が生コンクリートの品質保証の観点からも不可欠である。この試験に用いるふるいの検査方法は、JIS Z 8801-1 に規定(以降、JIS 法という)されているが、実施にあたってその費用が生コン工場にとっては大きな負担となっている。

そこで、迅速且つ簡易にふるいの目開きを検査する方法として、画像処理システムによる粒度分布測定器を用いた検査によって、これを管理することで生コン品質の助とすることを目的として実験を行った。

2. 実験概要

2. 1 使用機器

a) 粒度分布測定器(画像処理システム)

粒度分布測定器は、株式会社 M 社製のもので照射盤(約 350mm×250mm)、台座(高さ調整約 400mm)および市販のデジタルカメラから構成されている(写真-1 参照)。

b) デジタルカメラ

デジタルカメラは、画像処理システムによる網ふるいの撮影に用い、マクロ機能を搭載した画素数の異なる P 社製(1200 万画素)、CN 社製(600 万画素)および CS 社製(300 万画素)の 3 種類とした。(100 万画素=1.0MEGA PIXELS)

c) 高倍率測定顕微鏡(JIS 法)

高倍率測定顕微鏡は、JIS B 7184 に示す測定投影機と同等以上の性能を有し、倍率を 10～1000 倍に調整できるものである。

d) 金属製網ふるい

金属製網ふるいは、JIS Z 8801-1 に規定された直径 200mm で、公称目開きが 2.36mm、600 μ m、300 μ m および 150 μ m である(未使用)。

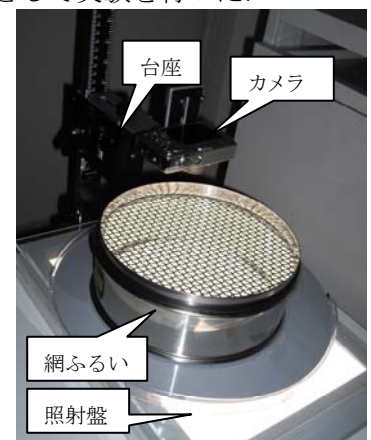


写真-1 粒度分布測定器
表-1 実験の水準

要因	水準
カメラの画素数(PIXELS)	12M, 6.0M, 3.0M
公称目開き(mm 又は μ m)	2.36, 600, 300, 150
撮影画像数(枚)	50

2. 2 粒度分布測定器によるふるいの目開きの方法

粒度分布測定器によるふるいの目開きの方法は、照射盤の光源をふるいに透過させ、ふるい目をカメラで撮影し、その画像をふるい網目計測ソフトによって画像処理して数値化したものである。画像処理にあたっては、長さのトレーサビリティが確保された最小目盛 0.5mm の標準尺でスケール調整を行った。また、画像処理システムによるふるいの目開きは、撮影したふるい目の画面を二値値して面積を求め、その平方根を目開きの 1 辺の長さとして求めた。

2. 3 測定条件選定のための実験

実験の水準は表-1 に示すとおりである。表-1 において、ふるい目とカメラの距離は、測定精度が向上することから、測定に用いたカメラ毎に撮影倍率を最大、撮影距離を撮影可能な最小距離に設定した。また、目開きの測定は、周囲の光がふるい目の金属線に反射して、これを光源と誤認しないように周囲の光を遮断して行った。なお、ふるいの目開きを解析するための画像の数は、それぞれ 50 枚とした。

つぎに、JIS 法の測定は、ふるいの任意の直径とこれに直交する直径の位置で、ふるいの目開き一辺の長さを、ふるい目一つおきにそれぞれ測定し、全体の平均値によってふるい目の平均目開きとした。また、ふるいの目開きの最小測定個数は、校正証明書と検査証明書とで異なるが、日常管理の簡便性を考慮して表-2 に示す検査証明書の場合と同様とした。

キーワード 粒度分布測定器、画像処理システム、金属製網ふるい、ふるいの目開き

連絡先 〒273-0012 千葉県船橋市浜町 2-16-1 全国生コンクリート工業組合連合会 Tel.047-433-9492

3. 実験結果

3. 1 JIS 法による測定結果

ふるいの目開き測定の結果を表-3 に示す. 表-3 において, JIS 法による平均目開きは, それぞれ 2.365mm および 613.6, 300.3, 149.7 μm であり, 最大目開きは, それぞれ 2.400mm および 634.0, 310.6, 153.6 μm であった. これらは, 証明書と同等の値となっており, JIS 法による測定方法が的確であることが確認できた.

3. 2 粒度分布測定器によるふるいの目開き

(1) 画素数の影響

ふるいの目開きの試験結果は, 表-3 に示すようであって, 1200 万画素はいずれのふるい目も JIS 法との比は 1.00 であり 600 万画素は 0.99~1.01 であった. これに対し, 300 万画素の場合には 1.01~1.03 となり, ふるいの目開きは JIS 法に比べやや大きく評価される傾向を示した.

また, 最大目開きの測定値も, 300 万画素の場合は, 平均目開きと同様にふるいの目開きが JIS 法に比べやや大きく評価される傾向であった. これは画素数が小さい場合は, 1200 万画素のカメラに対し測定分解能が約 1.5~2.5 倍低下し, ふるい目の金属線の一部を光源として解析しているものと推察される. なお, 公称目開きが小さい網ふるいほど, その影響は顕著であった.

(2) 撮影枚数の影響

図-1, 2 および図-3 は, 撮影枚数の選定を行うために, 公称目開き 150 μm の網ふるいについて, 測定枚数毎に平均目開きの最大値と最小値とを示したものである. 図に示したように 1200 万画素および 600 万画素は, 最大値と最小値との差が小さい傾向となり, その平均値は JIS 法による測定結果と同等の傾向を示した. さらに, 測定枚数を 5 枚以上とすることにより, 最大値と最小値との差を JIS 法における測定の許容差の 1/2~1/3 とすることが確認できた. ただし, 最低必要枚数を選定するには測定枚数と繰り返しの測定データ数をさらに蓄積し, 検証していくことが必要である.

4. まとめ

- 1) 使用するデジタルカメラの画素数は 600 万画素以上のものが適している.
- 2) 150 μm のふるい目において, 測定枚数を 5 枚以上とすることで最大値と最小値との差を小さくできる傾向が示された.
- 3) 1 つの網ふるいを検査する作業時間としては, 撮影枚数 5 枚(解析を含む)でおよそ 5~10 分であった.

参考文献 1) JIS Z 8801-1:2006 試験用ふるい-第 1 部: 金属製網ふるい

謝辞: 本実験の実施にあたり, 株式会社マルイに多大なる協力を賜った. ここに記して謝意を表す.

表-2 最小測定個数

公称目開き	検査証明書の場合 2×n(個)
2.36mm	2×20
600 μm	2×50
300 μm	2×80
150 μm	2×100

表-3 ふるいの目開き測定結果

公称目開き	粒度分布測定器				JIS 法				証明書	
	画素数 (PIXELS)	枚数 (枚)	ふるい目個数	平均目開き*	最大目開き*	ふるい目個数	平均目開き*	最大目開き*	平均目開き*	最大目開き*
2.36 mm	12M	10	60	2.36	2.39	2×20	2.369	2.40	2.369~2.378	2.42
	6.0M		60	2.35	2.40					
	3.0M		60	2.38	2.45					
600 μm	12M	3	230	612.38	634.42	2×50	613.6	634.0	606~618	635.0
	6.0M		248	614.44	635.47					
	3.0M		252	618.45	638.88					
300 μm	12M	1	336	300.53	310.56	2×80	300.3	310.6	300~302	309.0
	6.0M		342	301.44	310.78					
	3.0M		354	303.49	315.24					
150 μm	12M	1	1261	149.39	155.48	2×100	149.7	153.6	144.9~149.9	154.0
	6.0M		1364	150.51	155.39					
	3.0M		1493	153.88	159.63					

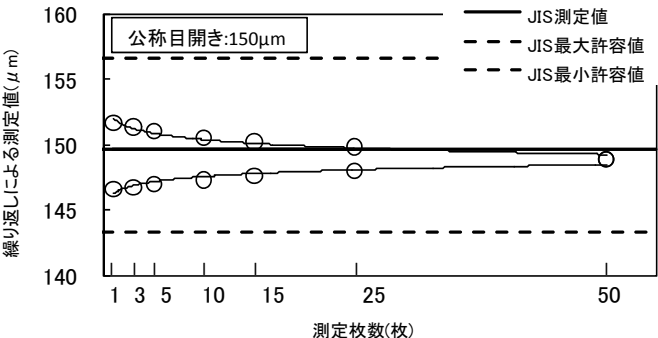


図-1 測定枚数と測定値との関係(1200万画素)

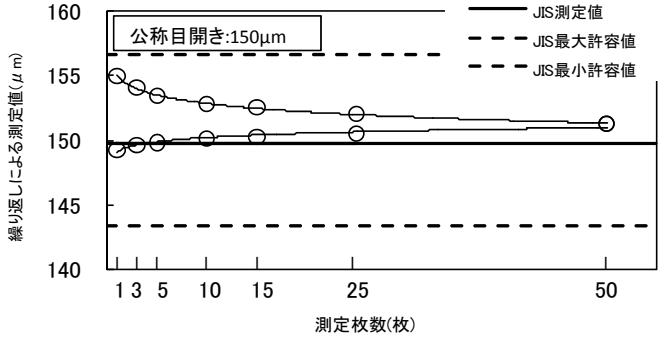


図-2 測定枚数と測定値との関係(600万画素)

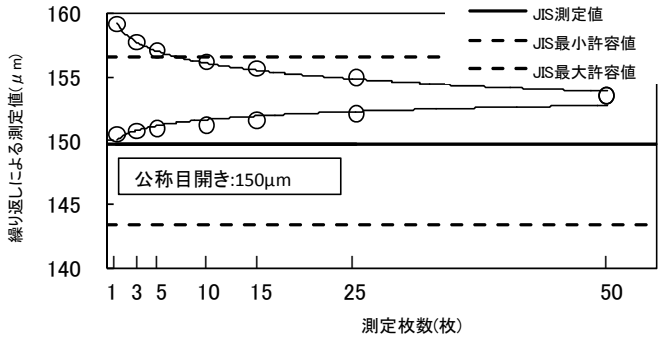


図-3 測定枚数と測定値との関係(300万画素)