

榊大林組技術研究所 正会員 竹田 宣典

榊大林組技術研究所 正会員 十河 茂幸

1. まえがき

スランブおよび空気量は、コンクリートの性質を知る上で重要なものである。これらの試験は、試料の採取、つき方・つめ方、スランブコーンの引き上げ速度等、測定者の技術的熟練度に依存するところが多い。よって、試験方法に細かな個人差があるため、測定値には誤差が含まれ、ばらつきが大きくなることがある。そこで、スランブ試験および空気量試験における、試験の要領による誤差および個人差による誤差を調べるための実験を行った。

2. 実験概要

実験は表-1に示すように、スランブ(8cm, 18cm)、空気量(4%, 7%)を変えたものおよび高性能減水剤を用いて流動化を行ったものの合計4種類について行った。表-2に実験概要を示す。大きく分けて、次の2つの誤差について調べた。

①スランブ・空気量の試験方法による誤差

②スランブ・空気量の個人差による誤差

強制練りミキサー(容量100ℓ)を使用し、1パッチ100ℓとし、練り上り直後に各試験方法(表-2参照)で同時に試験を行った。同じ試験方法で試験を行う人員は2名以上とし、その平均値を代表値とした。

スランブ試験は、JIS A 1101「スランブ試験法」、空気量試験は、JIS A 1128(空気室圧力法)に従って行った。スランブの試験方法による誤差を調べる場合、測定位置の個人差を少なくするため、コーンを上げる前にコンクリート上面中央に、直径約10mmのワッシャーを置き、その位置で測定を行った。

3. 実験結果

3-1 スランブ測定に関する誤差

図-1にスランブの試験方法を表-2に示す

①~⑭の方法で行った場合の誤差を示す。

スランブの大きく出る要因としては、(i)モルタルを多く採取した場合(①),(ii)試料のつめ方が悪い場合(③, ⑤),(iii)コーン、板の状態が不備であった場合(⑨, ⑩),(iv)コーンを速く上げたり・回転して上げた場合(⑫, ⑬)があげられ、スランブが小さく出る要因としては、(i)骨材を多く採取した場合(②),(ii)つき方に偏りがあった場合(④),(iii)コーンをゆっくり上げた場合(③)があげられる。コーン・板のモ

表-1 試験に用いた配合

記号	M.S. (mm)	slump (cm)	air (%)	w/c (%)	s/a (%)	W (kg/㎡)	混和剤
A	25	8±2.5	4±1	55	46	147	AE減水剤 空気速行剤
B	25	8±2.5	7±1	55	46	136	
C	25	18±2.5	4±1	55	46	156	
D	25	18±2.5	4±1	55	46	147	高性能減水剤

表-2 実験概要

試験項目	試験方法	配合
測定誤差	スランブ 練り上り直後、試験技術の熟練度差がある7人で同時 空気量 に試験を行う。	A, C, D A, B
経時変化	スランブ 練り上り0分, 10分, 20分, 30分, 45分, 60分で測定 空気量 練り上り0分, 30分, 60分で測定。	A, C, D
スランブ 作り誤差	試料採取場所 標準 ①モルタル多量 ②骨材多量 試料のつめ方 標準 ③つかない ④右半分つく ⑤1層目多量 スランブ板の傾斜角 標準 ⑥傾斜角2° ⑦傾斜角4° コーン板の状態 標準 ⑧モルタル付着 ⑨ぬれている ⑩乾燥 コーンの上げ方 標準 ⑪ゆっくり(6S) ⑫速く(1S) ⑬回転 再試験 標準 ⑭一度使用した試料で再試験	A, D
空気量 作り誤差	試料採取場所 標準 ①モルタル多量 ②骨材多量 試料のつめ方 標準 ③つかない ④2層目多量 ⑤パイプレーター 上面のならし方 標準 ⑥多目に入れる 再試験 ⑦試料を容器から出さずに再試験 標準 ⑧一度使用した試料で再試験	A, B

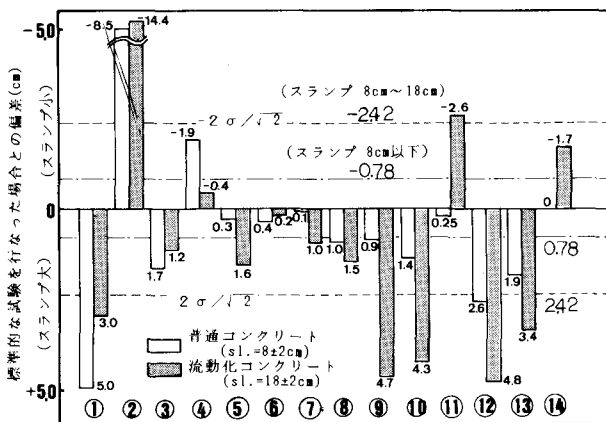


図-1 スランブの試験方法による誤差

ルタルの付着、板の傾斜角および1度試験に用いた試料で再度試験を行う場合スランブロスの影響を差し引けば、大きく影響しないようである。普通コンクリートのスランブロスは、初期スランブ約10cm、約18cmの場合、30分で両者とも約3cm、60分でそれぞれ約6cm、約10cmであった。

表-3 スランブの個人差による誤差

バッチ 番号	air (%)	p (t/m)	s p (mm)	t (分)	X (cm)	σ (cm)	V (%)	max (cm)	min (cm)	R (cm)	N
1	4.7	2.34	450 X 460	2	10.0	0.84	8.4	11.2	8.5	2.7	8
2	4.8	2.32	540 X 550	2	18.7	0.65	3.5	19.8	17.1	2.1	8
3	5.0	2.33	525 X 545	2	18.3	1.13	6.2	19.9	16.8	3.8	8
				15	14.1	1.71	12.2	16.8	11.8	5.0	7
平均値 との偏差			平均スランブ8cm以下		0	0.55	-	0.7	-0.9	1.6	7
			平均スランブ8cm~18cm		0	1.71	-	3.0	-4.4	7.4	22
			平均スランブ18cm以上		0	0.92	-	1.6	-1.7	3.3	16
全範囲					0	1.34	-	3.0	-4.4	7.4	45

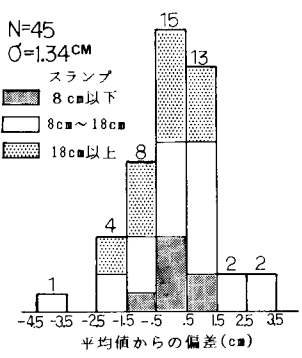


図-2 偏差の度数分布

次に1バッチのコンクリートを7~8名で同時にスランブ試験を行った場合の個人差による誤差を表-3に示す。各バッチの平均値からの偏差の度数分布を図-2に示す。測定値のばらつきは、スランブが15cm程度の時大きくなる。図-1において、平均値からの偏差の標準偏差(σ)より計算した $\pm 2 \cdot \sigma / \sqrt{n}$ (n=2)の線より外側のものが、試験方法を変更したために誤差が大きくなったと考えられ、内側のものは個人差による測定誤差の範囲内に入るものと考えられる。

試料の採取、コーンの上げ方等に注意しても、スランブが8~18cmの場合には、個人差による誤差は、生コンのスランブの許容範囲(±2.5cm)と同程度であり、現場における材料のばらつき、計量誤差等を考慮すると、この範囲内では若干、信頼性に問題があると思われる。

3-2 空気量測定に関する誤差

図-3に空気量の試験方法を表-2に示す①~⑧の方法で行った場合の誤差を示す。空気量が大きく出る要因としては(i)モルタルを多く採取した場合(①)、(ii)つき固めが不十分な場合(③、④)があげられ、小さく出る要因としては、(i)試料を多目に入れた場合(⑥)、(ii)1度試験に用いた試料で再試験を行った場合(⑧)があげられる。パイプレータで締固めた場合や試料を容器から出さずに再度測定を行った場合は、空気量への影響は少ないようである。表-4に空気量試験を同時に7~8

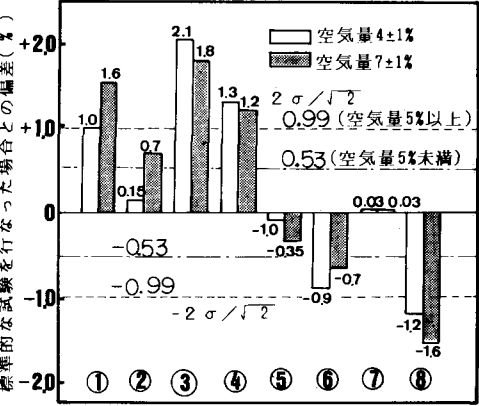


図-3 空気量の試験方法による誤差

表-4 空気量の個人差による誤差

バッチ 番号	slump (cm)	p (t/m)	s p (mm)	t (分)	X (%)	σ (%)	V (%)	max (%)	min (%)	R (%)	N
4	10.2	2.35	480 X 475	2	3.64	0.45	12.3	4.3	3.1	1.2	7
5	3.8	2.36	380 X 365	2	4.14	0.30	7.2	4.6	3.6	1.0	8
6	9.1	2.28	430 X 425	2	7.33	0.61	8.4	8.2	6.3	1.9	7
平均値 との偏差			平均空気量5%未満		0	0.38	-	0.68	-0.7	1.33	27
			平均空気量5%以上		0	0.70	-	1.4	-1.3	2.70	13
全範囲					0	0.51	-	1.4	-1.3	2.70	40

(*) tは練り上りから測定までの時間

名で行った場合の個人差による誤差を示す。図-4に平均値からの偏差の度数分布を示す。空気量の変動係数は、空気量が4%と7%のいずれの場合も、10%程度であった。また、空気量は30分で約0.5%低下したが、60分後では、それ以上の低下はなかった。図-3における $\pm 2 \cdot \sigma / \sqrt{2}$ の線より外側のものが、試験方法の変更による誤差であると思われ、試料の採取・つめ方・上面のならしに注意して試験を行えば、誤差は小さいものとなる。

4. あとがき

本実験は、実験室内で行ったものであり、現場で生コン車のコンクリートを試験する場合は、さらに多くの要因が影響するものと考えられる。今後データ数を増し、品質管理の正しいあり方についてさらに検討を重ねる予定である。

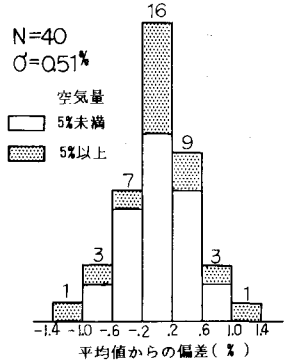


図-4 偏差の度数分布