

V-22 繊維補強コンクリートのコンシステンシーの判定方法について（その2）

北海道工業大学 正員 堀口 敬
石川 康之
横田 薫

1. はじめに 従来、普通コンクリートにおいて、コンシステンシーの判定方法では、試験方法が簡便で現場向きである等の理由でスランプ試験が主流をなし、幅広く実施されて来た。しかし、繊維補強コンクリートでは、繊維の混入により、コンシステンシーを支配する因子（繊維の混入率、形状、寸法等）が増加し、加えてそれらに伴う配合因子の役割や効果が変化してしまう。例えば、繊維補強コンクリートでは、スランプ試験のスランプ値が 0 cm であったとしても普通コンクリートとは異なり、他の試験で同じ様な結果になるとは限らず、多少の差異が生じるのである¹⁾。既に著者らは A C I 544 委員会がワーカビリティの試験方法として提案した『Inverted Slump Cone Test』²⁾を日本向けに改良した『逆さスランプコーン試験（以下 I.S.C.T. と略記）』³⁾を特に繊維補強コンクリートのコンシステンシーを判定するための試験方法として提案してきたが、今回は I.S.C.T. の測定誤差を中心に他の試験方法も併せて検討を行ったものである。

2. 実験概要 本実験は、鋼繊維補強コンクリート、ポリエチレン繊維補強コンクリート、及び普通コンクリートにおいて、それぞれ複数の配合(表-1)を設計し、それを2サイクル行いその結果(表-2)からスランプ値約 3.0～3.5 cm の比較的硬いもの3種類を選び（鋼繊維補強コンクリートでは、No. 5. ポリエチレン繊維補強コンクリートでは、No. 9. 普通コンクリートでは、No. 12.）それらのコンクリートでスランプ、V.B., フロー、I.S.C.T. (5 cm, 15 cm) の各試験方法をそれぞれ 25 回行い、それらの測定値のばらつきを調べた^{4), 5)}。

【表-1】 基本配合表

	単位セメント量	単位水量	鋼繊維量	ポリエチレン繊維量	粗骨材量	細骨材量	空気量
1	400kg	140kg	7.9kg	0kg	720.7kg	1081.1kg	3%
2	400	145	7.9	0	715.5	1073.7	3
3	400	150	7.9	0	710.3	1065.5	3
4	400	155	7.9	0	705.1	1057.7	3
5	400	160	7.9	0	699.9	1049.9	3
6	400	165	7.9	0	694.7	1042.1	3
7	400	170	7.9	0	689.5	1034.3	3
8	400	150	0	9.5	706.1	1059.2	3
9	400	160	0	9.5	695.8	1043.6	3
10	400	170	0	9.5	686.9	1030.3	3
11	400	130	0	0	1011.8	831.0	3
12	400	140	0	0	997.6	819.4	3
13	400	150	0	0	991.0	810.8	3
14	400	155	0	0	983.8	805.0	3
15	400	160	0	0	976.7	799.1	3

2-1 使用材料

セメントは、普通ポルトランドセメントを使用した。また、鋼繊維は 0.5x0.5 x30 mm (アスペクト比で l/d = 53.2) 変断面形状の鋼繊維を用い繊維混入率を 1% とした。ポリエチレン繊維は、市販されている長さ 40 mm の変断面繊維を用いた。

2-2 練り混ぜ

ミキサーは、強制練りミキサー（オムニミキサー）を用い骨材とセメントを各 30 秒練り混ぜ後、鋼繊維又は、ポリエチレン繊維をファイバーボールができないように手で均等にな

るように投入し、2 分間練り混ぜた。その後、水を加えて低速で 30 秒、高速で 1 分 30 秒計 2 分間練り混ぜた。

2-3 実験方法

スランブ試験

スランブ試験は、JIS A 1101（コンクリートのスランブ試験方法）により実験を行った。

フロー試験

フロー試験は、ASTM C-124 の規定により試験を行った。

【表-2】試験結果

V.B. 試験

V.B.試験は、土木学会基準の振動台式コンシステンシー試験方法により試験を行った。使用器具は、本実験では Vee Bee コンシストメーターを使用したこの振動テーブルの振動数は 3000 rpm 全振幅は約 0.3mm とした。スランブコーンは ASTM C-143 規定のものを使った。

逆さスランブ

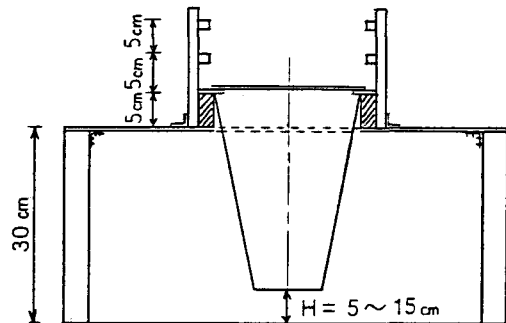
コーン 試験

本試験は、前記の Inverted Slump Cone Test を本報告者らが改良したものである。使用器具は、スランブコーン（ASTM C-143 規定）、バイブレーター（ASTM C-192 規定）、平らな鉄製の板（60 x 60 cm）、コーンの高さ調節棒 2 本、ストップウォッチである。

試験方法は、図-1 のように平らな鉄製の板の中央にスランブコーンを逆さまにして木製の板で固定しておく。このスランブコーンに前述の練り混ぜ方法によって得た試料を緩く詰め上面をスランブコーンの上面に合わせてならす。この時あらかじめ鉄製の板、スランブコーン、バイブレーターは濡らした布で湿らせて置く。そして、規定した高さ（本実験では、5cm と 15cm）にスランブコーンを上げる。それと同時にバイブレーターを振動させながらスランブコーン中心軸に沿って鉛直に鉄製の板に達するまで数秒かけて差し込む。同時にストップ・ウォッチで測定を開始する。そして、このままの状態でスランブコーン中の試料が全て鉄製の板に流動落下仕終わるまで振動し続け、試験結果は、バイブレ

	Slump(cm)		V.B.(sec)		I.S.C.T.5(sec)		I.S.C.T.15(sec)		フロー (cm)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1.1	1.0	59.0	76.0	18.3	14.0	5.0	8.0	39.7	38.8
2	1.3	1.5	※不可	46.0	25.0	12.0	11.0	9.5	36.1	38.6
3	2.7	1.8	60.0	39.0	15.0	8.0	8.0	4.0	37.8	39.4
4	3.4	2.0	57.0	35.5	15.0	7.0	5.0	4.0	38.4	40.5
5	3.3	3.3	34.0	29.0	13.0	13.0	4.0	3.5	39.8	41.2
6	4.2	4.6	70.0	78.0	12.0	10.0	5.0	3.0	39.8	42.7
7	8.5	8.0	17.0	16.0	8.0	9.0	3.5	4.0	46.8	45.7
8	2.3	2.2	60.0	57.0	14.0	15.0	6.0	7.0	38.4	38.1
9	3.4	3.3	39.0	43.0	11.0	10.0	4.0	5.0	42.1	41.6
10	4.7	4.6	24.0	27.0	10.0	9.0	2.0	2.0	46.6	46.5
11	2.6	2.5	22.0	23.0	16.0	15.0	8.0	7.0	38.6	37.9
12	3.2	3.4	16.0	15.0	11.5	11.0	5.0	5.0	40.7	40.0
13	3.9	4.0	12.0	12.0	7.0	7.5	4.0	4.0	43.2	42.6
14	4.3	4.1	10.0	10.0	6.5	6.0	3.0	3.5	44.0	41.9
15	4.7	4.9	8.0	7.0	3.0	5.0	3.0	3.0	46.8	45.4

※：これは、2分以上で測定不可能の意味である。

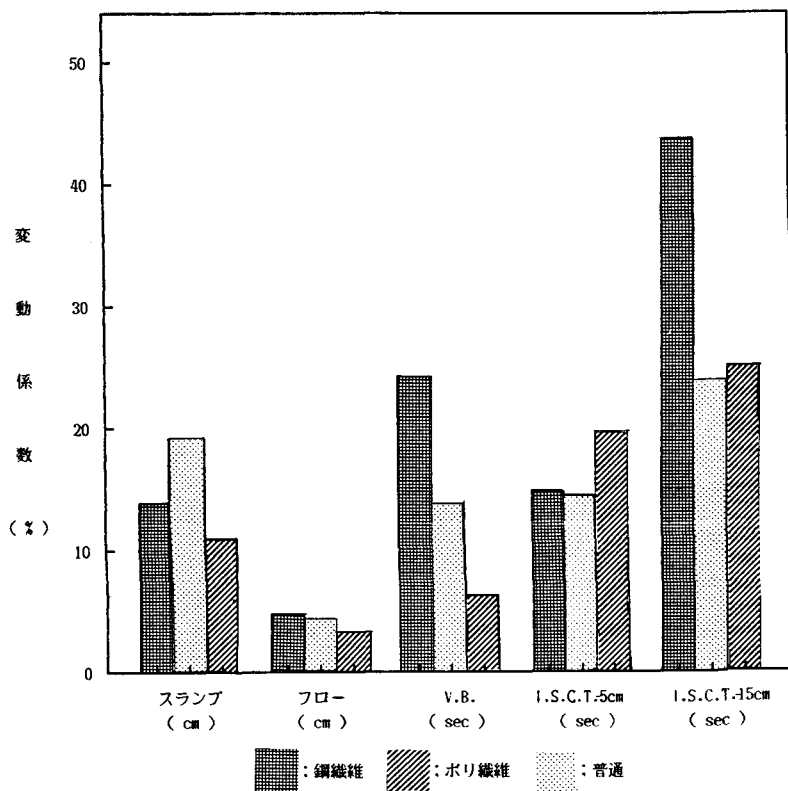


【図-1】I.S.C.T. の概要

ーターを差込んでからスランブコーン中の試料が空になるまでの所要時間を測りその時間を秒単位で表わしこれを測定値とする。

3. 結果及び 考察

図-2は、変動係数と各々の試験方法との相関関係を示してあり図-3～7には各試験方法に関するばらつきの程度を示してある。



【図-2】各試験別変動係数

3-1 スランブ試験

図-3(a)～(c)から 普通コンクリートとポリエチレン繊維補強コンクリートは、正規分布に近い形であるが、鋼繊維補強コンクリートでは正規分布と言うよりむしろ複峰型に近い型となった。また図-2 から、変動係数は全体的に 20 % 以下の値となり 特にポリエチレン繊維補強コンクリートでは、10.88 % で最も小さかった。

3-2 V.B. 試験

図-4(a)～(c)から 鋼繊維補強コンクリートを除き正規分布に近い型になった。図-2から変動係数では、ポリエチレン補強コンクリートが最も小さな値となり、鋼繊維補強コンクリートが最も大きな値となった。

3-3 I.S.C.T.-5 cm

図-5(a)～(c)から 全体的に正規分布に近い型になった。また、変動係数では全体的に 2

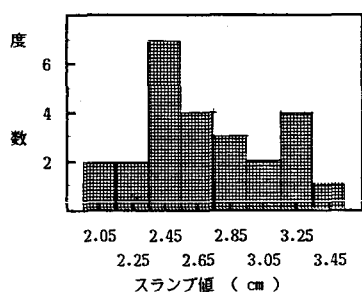
0 % 以下の値となった。

3-4 I.S.C.T. -15 cm

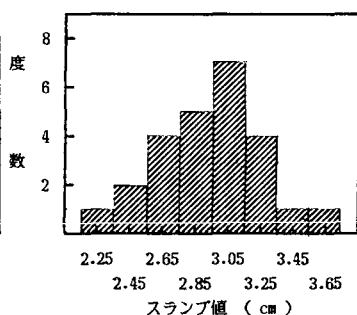
図-6(a)~(c)から 全体的に崩れた分布を示し、変動係数では 5 種類の実験のなかで鋼繊維補強コンクリートが 43.7 % の値を示すなど全体的に大きな値となった。

3-5 フロー試験

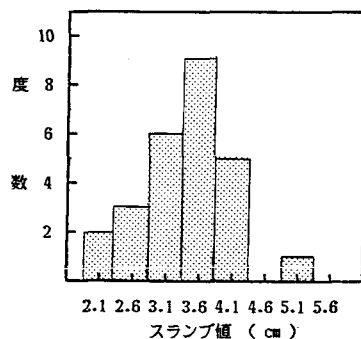
図-7(a)~(c)から、ポリエチレン繊維を除き、正規分布に近い型を示した。また、変動係数では全体的に 4.8 % 以下の非常に小さな値を示した。



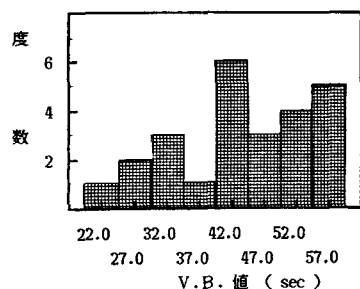
【図-3(a)】



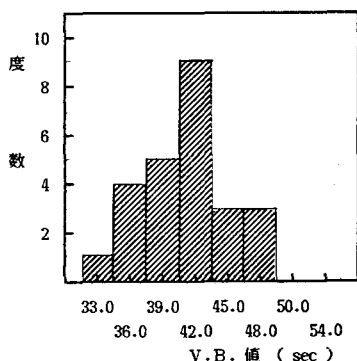
【図-3(b)】



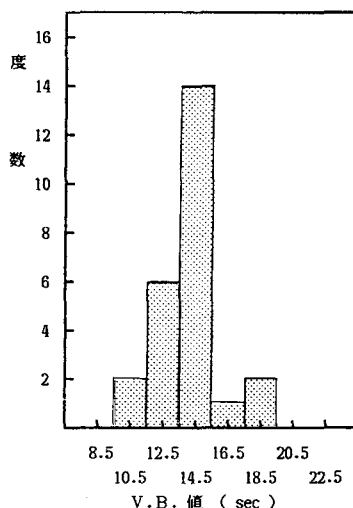
【図-3(c)】



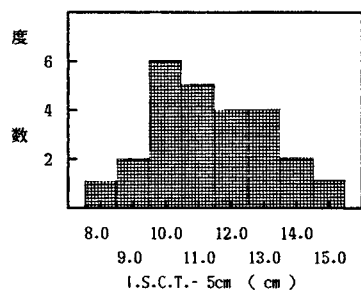
【図-4(a)】



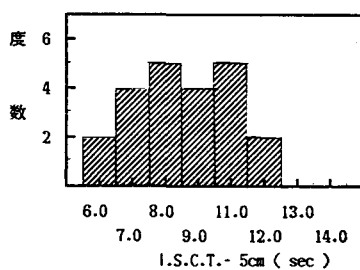
【図-4(b)】



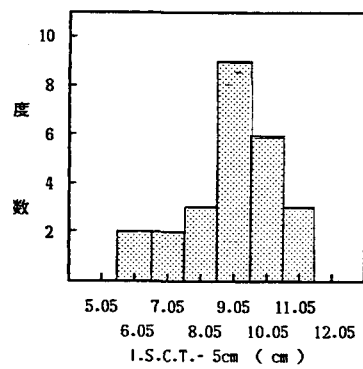
【図-4(c)】



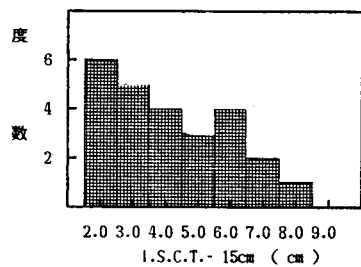
【図-5(a)】



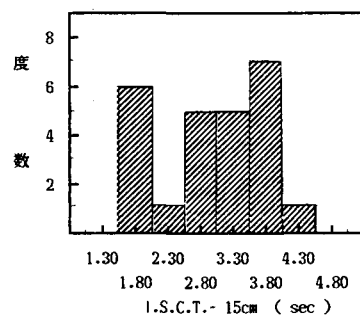
【図-5(b)】



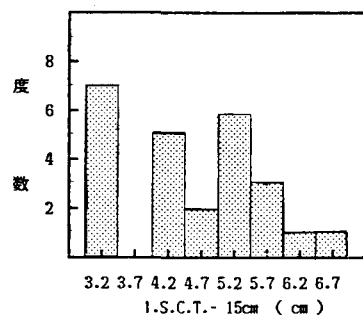
【図-5(c)】



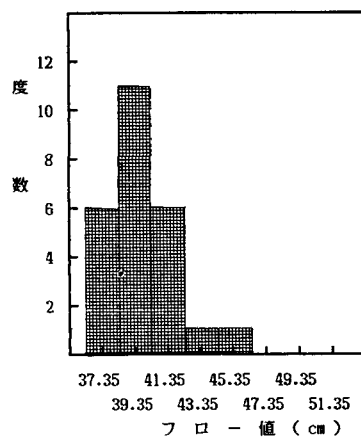
【図-6(a)】



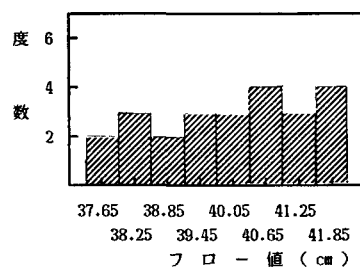
【図-6(b)】



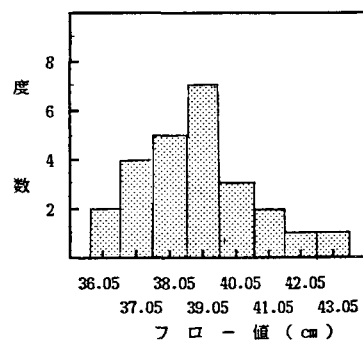
【図-6(c)】



【図-7(a)】



【図-7(b)】



【図-7(c)】

4. 結論

(1) 25回の繰返し試験をスランブ試験, V.B. 試験, I.S.C.T.-5 cm, I.S.C.T.-15 cm フロー試験の5種類の方法で実施しその試験値のばらつきを検討してみた結果, 試験方法によりその測定誤差の特性が大きく異なることが判明した.

(2) 今回, I.S.C.T. として 5 cm と 15 cm の 2 種類を行なったがその結果ばらつきを変動係数として表わした場合 I.S.C.T.-15 cm の方が大きな値を示し I.S.C.T.-5 cm の変動係数はスランブ試験のそれとほぼ等しい値を示した.

(3) 変動係数を用いて測定誤差を検討した結果フロー試験は, 今回実施した試験方法のなかで最も小さい変動係数を示した.

5. 参考文献

- 1) 岩崎 訓明:『ワーカビリティ判定法』, コンクリート工学 Vol.21, No.10,1983.
- 2) A C I 544 Committee : Measurment of Properties of Fiber Reinforced concrete, A C I Journal 1978.
- 3) 堀口 敬ら:『繊維コンクリートのコンシステンシーの判定方法について』, 土木学会北海道支部 論文報告集 第 39 号 1982.
- 4) 朝香 織一:『納得のゆく品質管理を進めるために』, コンクリート工学 Vol.15, No.3,1977.
- 5) 川口 至商:『多変量解析入門 I』, 森北 1973.