

報 告

[1016] 砕石粉使用高流動コンクリートのフレッシュコンクリート性状

大橋正治\*1・寺田早苗\*2・関口賢二\*3・浦野英男\*4

1. はじめに

砕石・砕砂の生産過程で発生する砕石粉は、現在そのほとんどが活用されていない。砕石粉使用コンクリート研究会では、この砕石粉をコンクリートに有効利用する一手法として、砕石粉を用いた高流動コンクリートを研究している[1][2]。現在、実験規模を拡大して、使用する砕石粉の種類や混和剤の種類、あるいは水セメント比等より広範囲に調合を変化させた、合計180種類の砕石粉使用高流動コンクリートについて実験中である。本報告では、その内現在までに練り混ぜを完了した96調合の砕石粉使用高流動コンクリートの、フレッシュコンクリート性状について比較検討した結果を述べる。

2. 実験概要

3種類の砕石粉（乾燥状集塵粉，記号：DR-1, DR-4およびDU-13）と4種類の混和剤（高性能A E減水剤，記号：M, P, R, およびT）を用い、水セメント比45%および50%，単位水量170kg/m<sup>3</sup>および180kg/m<sup>3</sup>，水粉体量比（W/(C+F)）30%, 32%および34%に設定し、それぞれの組合せを変化させた合計96調合の高流動コンクリートを各40 l ずつ練り混ぜ、スランプフロー，空気量，VFスランプおよび経時変化量の測定を行なった。なお、測定は注水後10分時に行うこととし、各高流動コンクリートのスランプフローが65±5cm, 空気量が4.5±1%の範囲となるように、混和剤の使用量を調整した。

使用材料一覧を表-1に、砕石粉使用高流動コンクリートの調合一覧を表-2にそれぞれ示す。また、混和剤の使用量を図-1に示す。

表-1 使用材料一覧

セメント	普通ポルトランドセメント 三製造社の等量混合，比重：3.15，ブレン：3340 cm <sup>2</sup> /g
細骨材	山 砂 静岡県小笠産，絶乾比重：2.58，吸水率：1.67，FM：2.95
粗骨材	砕 石 兵庫県宝塚産，絶乾比重：2.62，吸水率：0.76，FM：6.70
砕石粉	乾燥状集塵粉 京都府宝山産，記号：DR-1，比重：2.73，ブレン：1920 cm <sup>2</sup> /g 大阪府高槻産，記号：DR-4，比重：2.72，ブレン：1500 cm <sup>2</sup> /g 兵庫県宝塚産，記号：DU-13，比重：2.67，ブレン：4500 cm <sup>2</sup> /g
混和剤	ポリカルボン酸系高性能A E減水剤 記号：M, P, R およびT

\*1 (財)日本建築総合試験所材料試験室、(正会員)

\*2 近畿砕石協同組合 技術委員長

\*3 大阪兵庫生コンクリート工業組合 技術委員長

\*4 (株)松村組技術研究所 材料研究課

表-2 砕石粉使用高流動コンクリートの調合一覧

水セメント比 W/C (%)	単位水量 W (kg/m <sup>3</sup> )	水粉末量比 W/(C+F) (%)	セメント量 C (kg/m <sup>3</sup> )	砕石粉量 F (kg/m <sup>3</sup> )	総粉末量 (C+F) (kg/m <sup>3</sup> )	細骨材率 S/a (%)	粗骨材 かさ容積 (l/m <sup>3</sup> )
45	170	32	378	153	531	47.8	540
	180	32	400	163	563	45.9	
50	170	30	340	227	567	46.4	
		32		191	531	47.6	
		34		160	500	48.6	
		30		240	600	44.5	
	180	32	360	203	563	45.8	
		34		169	529	46.9	

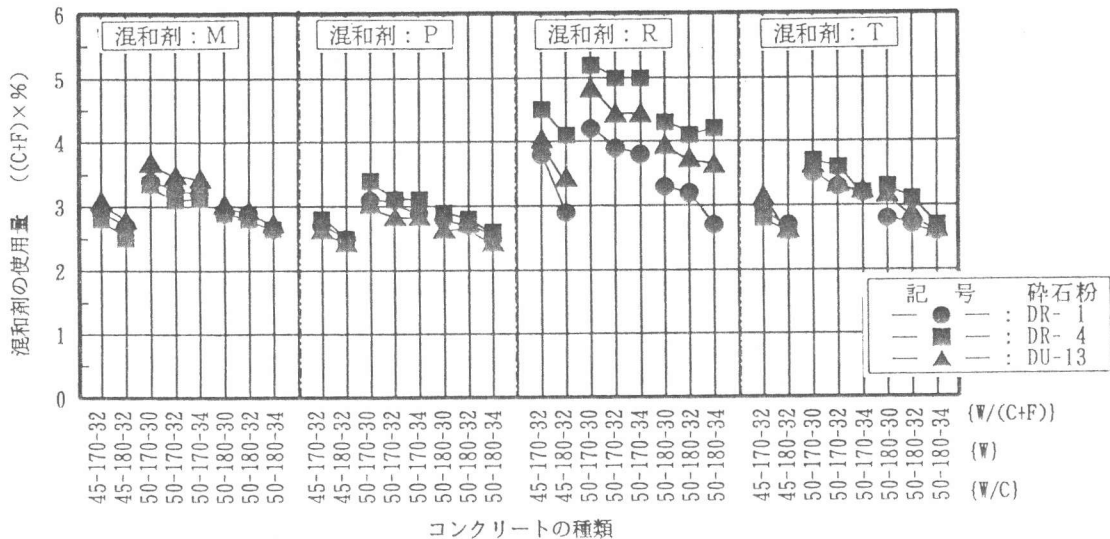


図-1 混和剤の使用量

### 3. 実験方法および結果

#### 3.1 スランプフロー

JSCE (コンクリートのスランプフロー試験方法) に準拠した。またこの際、あらかじめ底版に 30cm, 40cm, 50cm および 60cm の同心円を描いておき、試験開始から目視で判断してスランプフローが各寸法となった時間を測定した。なお、コンクリート試料をスランプコーンに詰める際、規定の突き数 25 回では材料の分離を生ずるおそれがあると判断し、各層の突き数は 10 回とした。

コンクリートのスランプフローとフロー時間の関係を図-2 に示す。この図からも、砕石粉ならびに混和剤の違いにより多少の差異はあるが、単位水量 170kg/m<sup>3</sup> の場合、単位水量 180kg/m<sup>3</sup> の場合に比べ変形に要する時間が長くなる (粘性が大きくなる) 傾向がうかがえた。

また、コンクリートの変形速度を表わす簡便な指標と考えられているスランプフロー 50cm 時のフロー時間 [3] (50cm スランプフロー時間と称す) 測定結果を図-3 に示す。この図から、水セメント比が小さくなるほど (ペースト中に占める砕石粉量の比が小さくなるほど)、単位水量が大きくなるほど、また、水粉末量比が大きくなるほど、50cm スランプフロー時間は短くなり、コンクリートの変形速度が速くなる傾向となった。しかし、その影響度は砕石粉や混和剤の種類により異なることが判った。

#### 3.2 空気量

JIS A 1128 (空気室圧力方法) により測定した。[測定結果は省略する]

記号:コンクリートの種類 ([W/C]-[W]-[W/(C+F)])  
 — \* — :45-170-32, — ● — :50-170-30, — ■ — :50-170-32, — ▲ — :50-170-34  
 - - - \* - - :45-180-32, - - - ○ - - :50-180-30, - - - □ - - :50-180-32, - - - △ - - :50-180-34

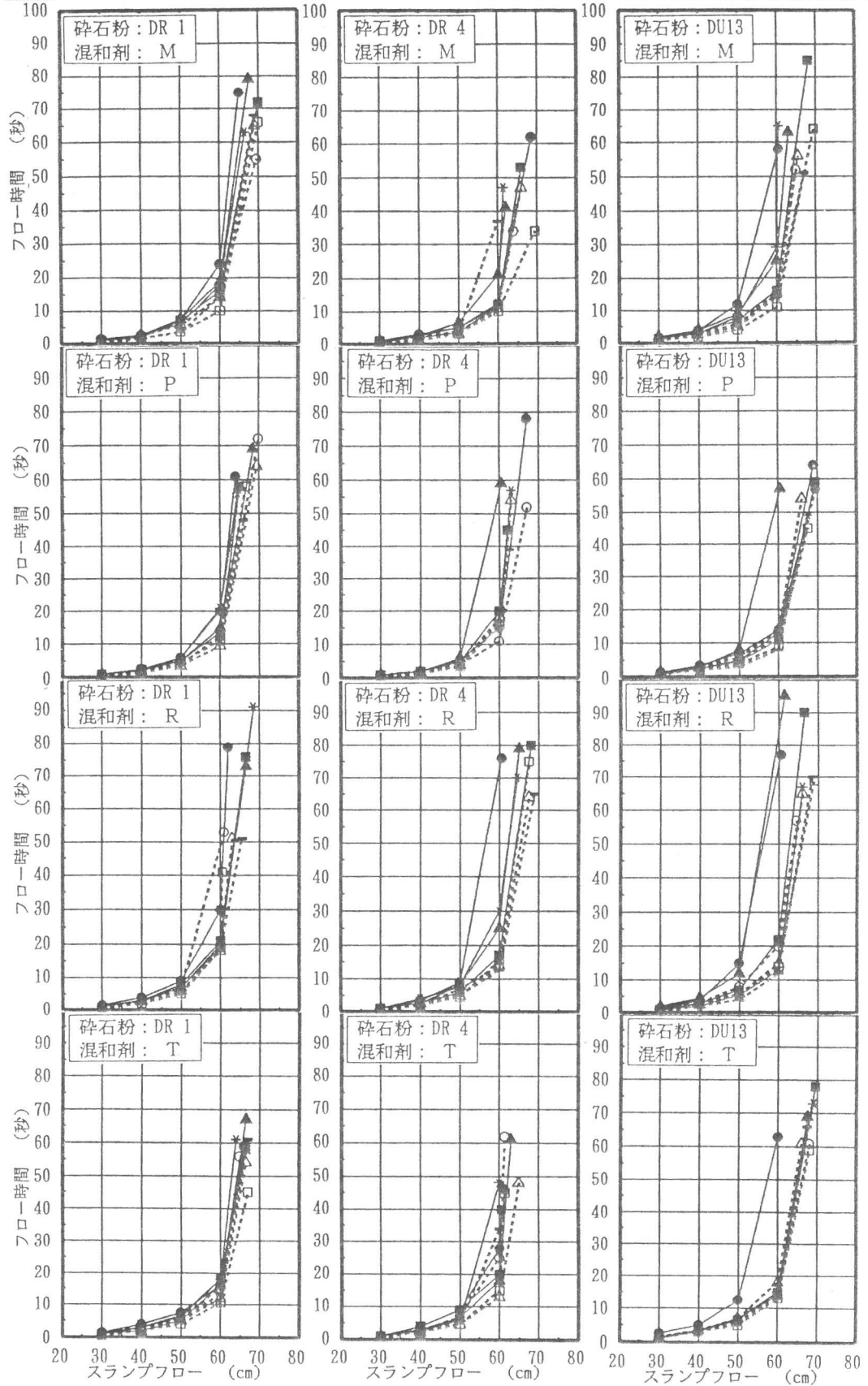


図-2 スランプフローとフロー時間の関係

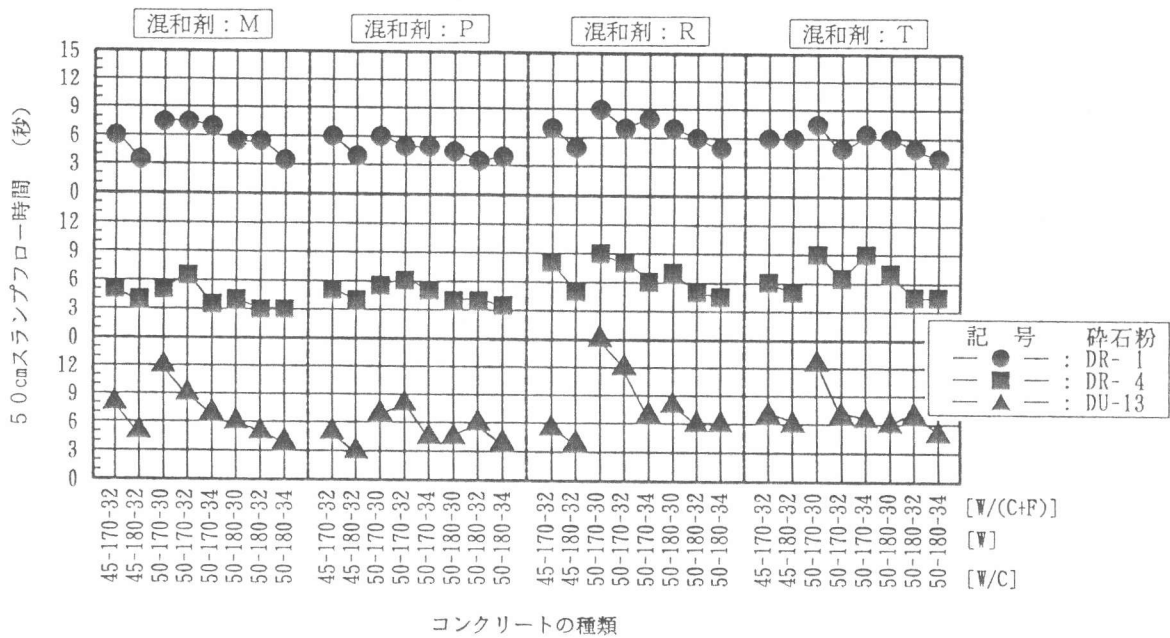


図-3 50 cm スランプフロー時間の測定結果

### 3.3 VFスランプ

昭和41年の土木学会規準によるVF試験装置（ただし、バイブレータは取り付けない）を用い、中央円筒部内のコンクリートの下がり量を測定し、VFスランプとした。

各コンクリートのVFスランプの測定結果を図-4に示す。同図から、混和剤M、砕石粉DR-1を用いたコンクリートのようになぜのVFスランプも20cm以上の大きな値となった場合、あるいは混和剤T、砕石粉DR-4を用いたコンクリートのようにVFスランプが15cm以下の比較的小きな値が多くなった場合等、混和剤や砕石粉の種類により差異はあるが、水セメント比50%の場合のコンクリートの状態は、試験時の目視観察状況からも、水粉末量比を32%とした配合が比較的良好であると判断された。

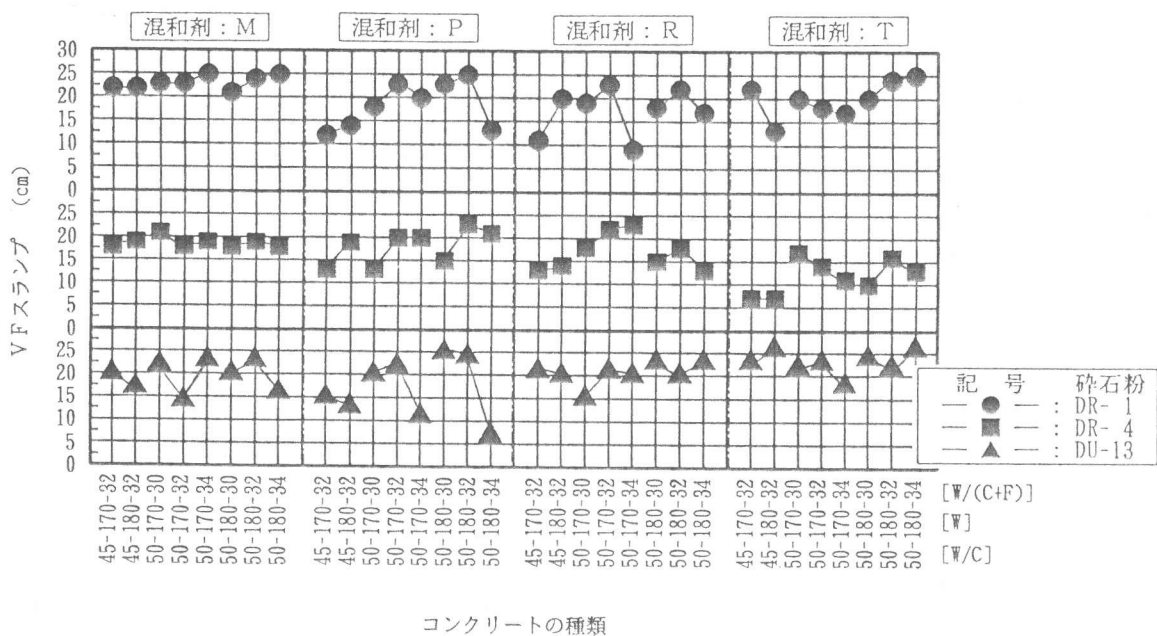


図-4 VFスランプの測定結果

記号:コンクリートの種類 ([W/C]-[W]-[W/(C+F)]) :砕石粉  
 —●— :50-170-32:DR-1, —■— :50-170-32:DR-4, —▲— :50-170-32:DU-13  
 - -●- - :50-180-32:DR-1, - -■- - :50-180-32:DR-4, - -▲- - :50-180-32:DU-13

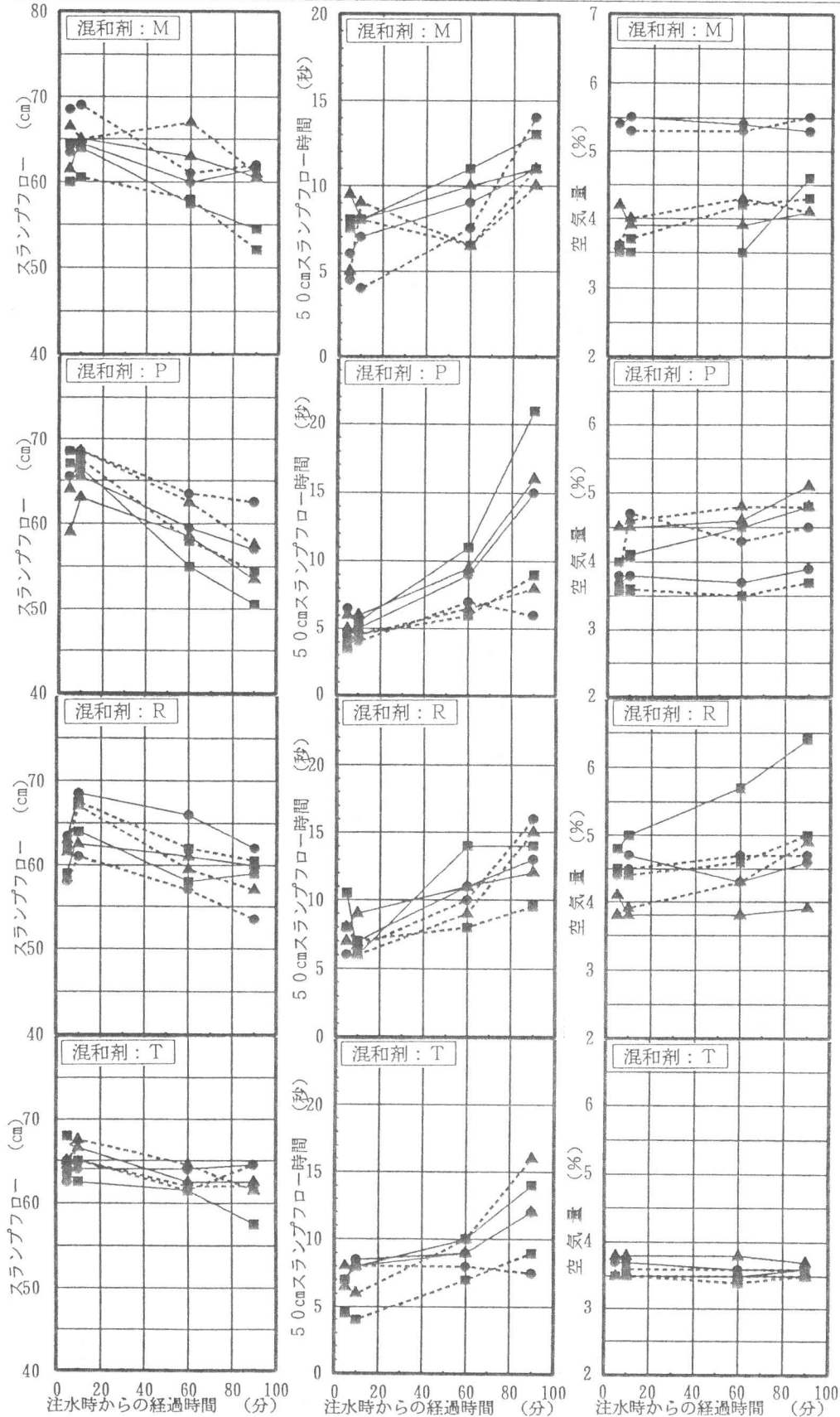


図-5 経時変化試験結果

### 3. 3 経時変化試験

水セメント比50%，水粉末量比32%の場合のコンクリート、合計32調合について、スランプフロー、フロー時間および空気量の経時変化量を測定した。なお測定時間を、練り混ぜ直後（注水後約5分）、注水後10分（基準時）、注水後60分および注水後90分とし、コンクリートは測定時までビニルで覆った状態で静置した。

測定結果を図-5に示す。同図から、経過時間とともに、スランプフローが減少、50cmスランプフロー時間が長くなり粘性は増加、空気量は同等かやや増加する傾向となることが判った。

仮に、同条件によったスランプフローの下限値を55cmと想定した場合、いずれのコンクリートも注水後60分程度までは使用可能であると考えられる。

### 4. おわりに

今回の実験によって、いずれの砕石粉あるいは混和剤を使用した場合も、適切な調合を選定することで実用可能なフレッシュコンクリート性状が得られることが確認された。なお、砕石粉使用高流動コンクリートのフレッシュ性状やその傾向は、砕石粉や混和剤の種類などにより、多少異なることも判った。

フレッシュコンクリート性状の試験として、品質管理試験として実用的で流動性を評価できるスランプフロー試験（降伏値の指標と考えるスランプフローと粘度の指標と考える50cmスランプフロー時間で評価）とコンクリートの分離抵抗性や充填性を総合的に評価できると考えるVFスランプ試験を実施したが、図-6に示すように、双方の試験結果の間に明確な傾向は確認されなかった。

このことから、現段階ではスランプフロー試験とVF試験のような流動性を総合的に評価できる試験方法を併用して適切な調合を判断していくのがよいと考える。

今回の報告は、大規模な実験の中間報告である。硬化コンクリートの性状、あるいは水セメント比や細骨材を変化させた場合の実験結果等は、機を改めて報告したい。

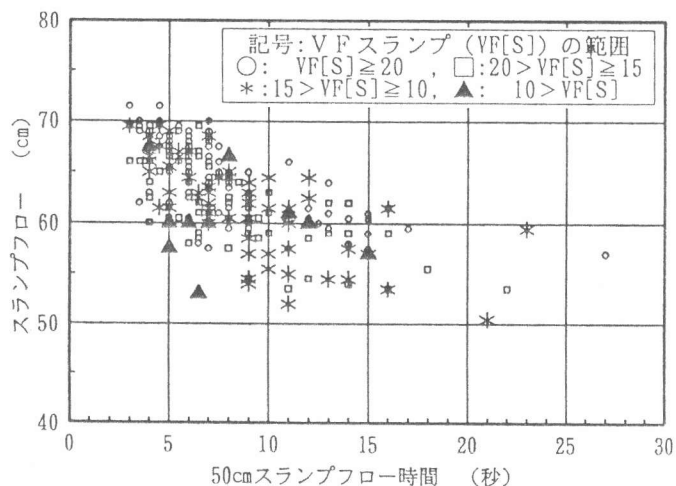


図-6 スランプフロー試験結果(スランプフローおよび50cmスランプフロー時間)とVFスランプの関係

#### [参考文献]

- 1) 大橋正治・田村 博ほか：砕石粉を用いた高流動コンクリートの製造に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 15、No. 1 pp173-176、1993. 6
- 2) 黒島 毅・浦野英男ほか：砕石粉を用いた高流動コンクリートの品質に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 15、No. 1 pp177-182、1993. 6
- 3) 大友 健・岡沢 智ほか：高流動コンクリートのポンプ圧送による品質の変化に関する研究、超流動コンクリートに関するシンポジウム論文報告集、pp109-114、1993. 5