

(V-36) 動的試験による鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシー評価

東京都立大学工学部 学生員 岡本 利夫
住友大阪セメント(株) 正会員 内田 美生
東京都立大学工学部 正会員 國府 勝郎

1. はじめに

近年、既設RC床版の補強対策として、その上面に鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）を打設する床版上面増厚工法が、注目を浴びるようになってきた。しかしながら、SFRCのワーカビリティを適切に評価できる試験方法は、現在までのところ確立されておらず、スランブ試験によって測定されたコンシステンシーがそれを代替する指標として用いられている。けれども、実際に供されるSFRCが、振動によって締固められることを勘案すれば、これに応じたコンシステンシーの評価が合理的であると考えられる。そこで本実験は、静的なスランブ試験ならびに動的な締固め性試験によって、配合要因を強制的に変化させたSFRCの変形挙動を測定することで、振動下におけるSFRCの締固め性状の考察を行った。さらに、所要のコンシステンシーを有するSFRCの締固めに必要な限界加速度の検討も行っている。

2. 使用材料および配合

本実験では、実用に供されているSFRCの配合すなわち目標スランブを 5.0 ± 1.0 cm、空気量5.0%、水セメント比40%、鋼繊維混入率を1.25%に設定した「標準配合」を基準とし、必要に応じて配合要因を変化させ試験を行った。使用材料および配合表を表-1、表-2に示す。

表-1 使用材料

材料	使用等
セメント	普通ポルトランドセメント $\rho=3.16$
細骨材	上野原産砕砂 $\rho=2.58$ 、 $q=2.25$ 、 $F.M=3.06$
粗骨材	八王子産砕石 $\rho=2.64$ 、 $q=0.91$ 、 $F.M=6.67$
鋼繊維	波形せん断品 $0.5 \times 0.5 \times 30$ (mm)、 $\rho=7.85$
高性能減水剤	ナフタリンスルホン酸塩系 $\rho=1.20$
AE剤	天然樹脂酸塩 $\rho=1.06$

3. 締固め性試験方法

締固め性試験は、振動台上のコンクリート試料を締固める際の締固めエネルギーと充填率との関係を「締固め曲線」として与える試験方法である（図-1）。

具体的な評価方法としては、締固め曲線における「初期充填率：Ci」、「達成可能充填率：Cf」、締固めの効率を示す「締固め係数：Ce」および実用上完全な締固め状態に達する振動エネルギー「E98」の4指標を使って、動的条件下におけるフレッシュコンクリートの締固め性状の定量的な評価を与えている。

表-2 配合表（標準配合）

G _{max} (mm)	スランブ (cm)	a i r (%)	W / C (%)	s / a (%)	V _i (%)	
20	5.0±1.0	5.0	40	62	1.25	
単位量 (kg/m ³)						
水	セメント	細骨材	粗骨材	鋼纖維	混和剤(cc)	
					AE剤	高性能減水剤
156	390	1053	660	98.1	624	4063

4. 実験結果および考察

4. 1. 配合要因の影響

SFRCの配合要因として、細骨材率・鋼繊維混入率・単位水量を取り上げ、「標準配合」を基準としてそれぞれを $\pm 5\%$ 、 $\pm 0.25\%$ 、 ± 6 kg/m³変化させたSFRCに対して、スランブ試験および締固め性試験を行った。スラブに対応する締固め性試験結果の指標としては、E98を用いることとした。

細骨材率または鋼繊維混入率を変化させた場合、図-2、図-3が示すようにスランブには明確な変動が現れたの

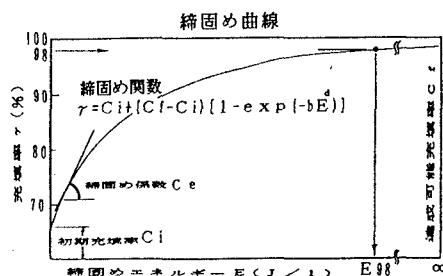


図-1 締固め曲線の模式図

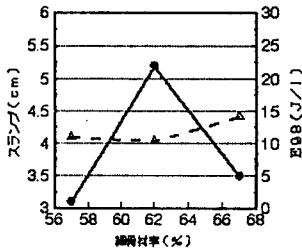


図-2 細骨材率の変化

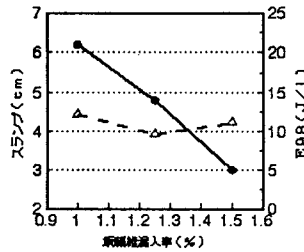


図-3 鋼繊維混入率の変化

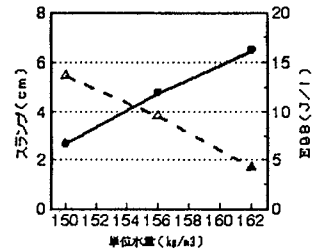


図-4 単位水量の変化

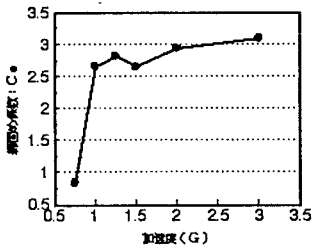


図-5 加速度とCeの関係

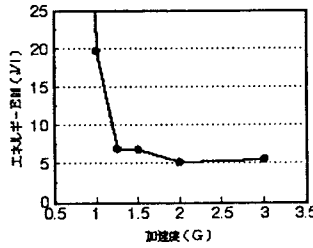


図-6 加速度とE98の関係

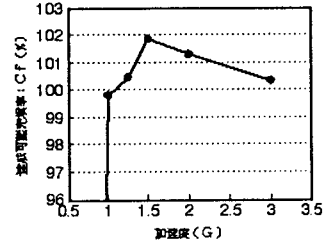


図-7 加速度とCfの関係

に対し、E98にはほとんど差異は認められなかった。一方、単位水量を変化させた場合には、図-4が示すように、スランプおよびE98の両者に矛盾のない評価結果が得られた。

4. 2. 振動条件の影響

既往の研究において、コンクリートの締固めには、振動時間・振動加速度・ワーカビリティの3要素が重要であり、ある加速度以下では効果的な締固めが行われなくなる「限界加速度」の存在が指摘されている。

本実験では、「標準配合」で練混ぜたSFRCに対して、振動数50Hzならびにコンクリート試料に与える全締固めエネルギーを一定とし、加速度を3.0Gから順次低減させていく振動条件下で、締固め性試験を実施することによってSFRCの限界加速度の検討を行った。図-5から図-7が示すように、締固め係数Ceは加速度1.0Gを境に、エネルギーE98は1.25G、達成可能充填率Cfは1.0Gを境に、発散もしくは大幅な変動傾向を示すことが分かった。すなわち、SFRCを完全に締固めるためには、1.25G以上の加速度が必要であることが明確となった。

5. まとめ

①SFRCの配合設計において、細骨材率および鋼繊維混入率を変化させる場合、静的ならびに動的試験によるそのコンシステンシー評価には、差異が認められることが明かとなった。

②SFRCの配合設計において、単位水量を増減させる場合、スランプおよびE98のいずれのコンシステンシー評価においても同一の試験結果が得られることが確認された。

③鋼繊維混入率1.25%、スランプ 5.0 ± 1.0 cm程度のSFRCの限界加速度は、1.25Gであると考えられる。以上の実験結果から、SFRCの振動下における変形挙動をスランプ試験だけでは十分に把握できない面が存在することが分かった。したがって、SFRCの締固め性状を動的見地から評価できる試験方法を確立することは、重要な課題であると思われる。