

# V-283 石粉微粉末を用いた高流動性コンクリートの性状について

村本建設(株)技術部 正員 久米 生泰 京都大学工学部 正員 藤井 学  
 京都大学工学部 正員 宮川 豊章 正員 井上 晋 正員 服部 篤史

1. はじめに 近年骨材資源の枯渇、建設環境の変化、熟練労働者の不足等によりコンクリート建造物の早期劣化、耐久性の低下が問題となっているが、その原因として考えられる締固め不足等の悪影響を施工段階で受けることなく、また、熟練労働者でなくても十分な品質を確保できるようなコンクリートの開発が望まれている。その1つとして、高性能AE減水剤(SP)の使用により流動性を向上させ、増粘剤の使用、微粉末の添加により材料分離抵抗性(粘性)を増大させた結果、締固めを必要としないコンクリートが考えられてきた。本研究では、締固め不要コンクリートの実現性を検討するための基礎資料を得ることを目的とし、石粉微粉末を混入したコンクリートにSPを添加して高流動性を持たせたものについて、その充填性等の性状を検討した。

2. 実験概要 配合は普通ポルトランドセメントおよび石粉微粉末(比重2.73粉末度 5010cm<sup>3</sup>/g)の総量を500kg/m<sup>3</sup>、目標空気量を4.5±0.5%とし、表. 1に示すような3つの配合を用いた。SPの

表.1 コンクリートの示方配合

配合の種類	s/a	単位重量 (kg/m <sup>3</sup> )						
		水	セメント	石粉	細骨材	粗骨材	AE減水剤	A E剤
50-50	5.0	170	250	250	780	826	レタノール SP-9HS	ま'リ'ア No.303A
60-40			300	200	792	808		
40-60			200	300	786	801		

添加量を変えることにより異なるスランプフロー値を示すコンクリートをつくり、そのL型型枠充填性、鉄筋間通過性を評価した。L型型枠充填性試験および鉄筋間通過性試験では、実際の施工を念頭に置き、予めホッパーに入れたコンクリートを型枠内のコンクリート打設高さが常に一定となるように調整しながら投入した。

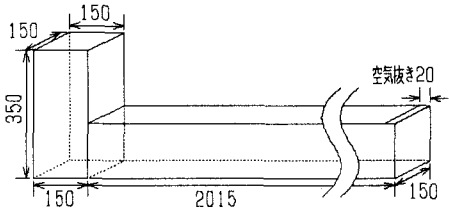


図.1 L型充填性試験用型枠

①フレッシュコンクリートの性状: コンクリート練り上がり時にスランプフロー値、スランプフロー速度(試験開始時から15秒間の平均速度)、空気量を測定した。

②L型型枠充填性: 図. 1に示すアクリル製のL型型枠を用い、その充填時間と型枠内の投入部と到達部の2点における粗骨材率(コンクリートに対する10mm以上の粗骨材重量%)により流動性と材料分離抵抗性を評価した。

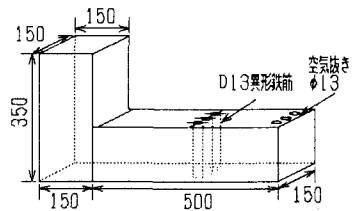


図.2 鉄筋間通過性試験用型枠

③鉄筋間通過性: 図. 2に示すアクリル製のL型型枠水平部の中間にD13の異形鉄筋を最大骨材寸法の4/3, 5/3, 6/3倍の間隔でたて方向に配置し、コンクリートの通過量と投入側と到達側のコンクリート中の粗骨材率の差により鉄筋間通過性を評価した。投入したコンクリートはフロー値62.5cmの同一のものとした。また、G<sub>max</sub>の6/3倍の間隔に鉄筋を配置したものについて、フロー値45~70cmのコンクリートを投入して粗骨材率の差に与える影響を調べた。

### 3. 実験の結果および考察

①スランプフロー値、フロー速度とL型充填時間の関係: スランプフロー値(フロー値)とL型充填時間の関係を図. 3に、スランプフロー速度(フロー速度)とL型充填時間の関係を図. 4

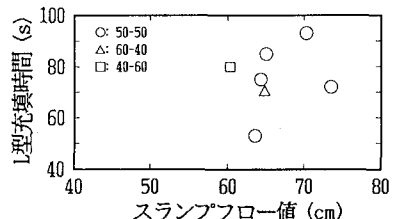


図.3 スランプフロー値とL型充填時間

に示す。フロー値と充填時間には明瞭な関係は見られないが、フロー値をフロー速度に置き換えることにより充填時間との間にある程度の相関性が見られるようになる。同じフロー値を示すコンクリートでも材料分離の有無等により充填時間に差がでていことから、充填性の評価手法の1つとしてフロー速度が有効であると考えられる。

②スランブフロー値と粗骨材率の関係：L型型枠充填性試験における投入部と到達部の粗骨材率の差とフロー値の関係を図. 5に示す。図よりフロー値が65cmあたりに極値を持つように見えるが、フロー値65cmを超えるコンクリートのほとんどに目視でも明かな材料分離が確認されており、ホッパー内でコンクリートの粗骨材率が沈降しているため充填性試験で粗骨材が先行して流れ、見かけ上、粗骨材率の差が小さいようになるためである。このためフロー値により全ての高流動性コンクリートの材料分離を直接評価することは困難であり、今後粗骨材率の評価方法および投入方法の検討を行う必要はあるが、多くのデータを収集することによりある程度の目安になるとと思われる。

③鉄筋間隔のコンクリート通過性に与える影響：各鉄筋間隔ごとのコンクリートの通過量を表. 2に示す。これより、本実験の $G_{max}=20\text{mm}$ の碎石を用いたコンクリートで締固めを行わずに鉄筋間を充填するためには、鉄筋間隔を $G_{max}$ の2倍以上確保する必要があることがわかる。また、投入側と到達側のコンクリートの粗骨材率の差を図. 6に示す。これからも鉄筋間隔が $G_{max}$ の2倍となると、材料分離も少なく、L型充填性の場合と同様に到達側の粗骨材率が大きくなることから必要鉄筋間隔は $G_{max}$ の5/3~6/3倍の間に存在するものと考えられる。今後、粗骨材の粒形をも考慮にいたれた検討が必要であると思われる。

④スランブフロー値とコンクリート通過性の関係：フロー値と粗骨材率の差の関係を図. 7に示す。L型型枠充填性試験の場合と異なり、フロー値が小さい場合が粗骨材率の差が大きくなっている。フロー値が小さい場合、一般的にフロー速度も小さいため粗骨材が鉄筋にあたる速度も小さく、鉄筋によって骨材の流動が阻止させるとも考えられる。

4. 結論 今回行った実験の範囲内で得られた結論を以下に示す。

- (1) 型枠充填性の要因である流動性をスランブフロー値のみで評価することは困難であるが、フロー速度を測定することにより評価が可能になる。
- (2) スランブフロー値と粗骨材率の関係から型枠充填性の要因となる材料分離抵抗性を持つフロー値の推定が可能である。
- (3) 現在示方書に定められている鉄筋間隔では、締固めを行わずに鉄筋間にコンクリートを充填させることは困難であり、水平方向では最大骨材寸法の約2倍程度の間隔が必要となる。
- (4) 鉄筋間通過時の粗骨材の分離は、スランブフロー値、フロー速度が小さい方が大きくなる傾向にある。

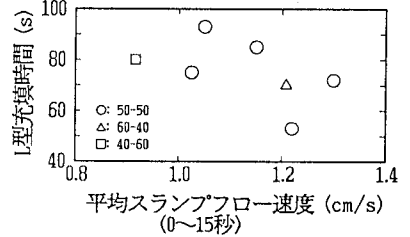


図. 4 スランブフロー速度とL型充填時間

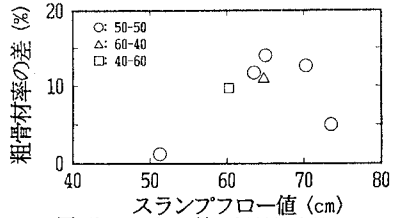


図. 5 スランブフロー値と粗骨材率差 (L型充填性試験)

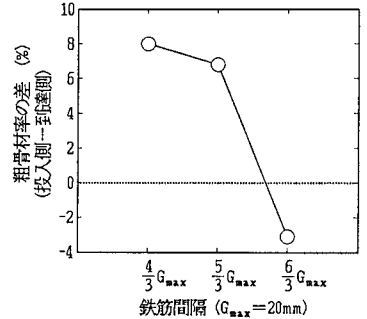


図. 6 鉄筋間隔と粗骨材率差

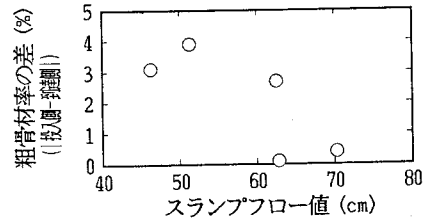


図. 7 スランブフロー値と粗骨材率差 (鉄筋間通過性試験)

表. 2 鉄筋間通過コンクリート量

鉄筋間隔	通過コンクリート量
4/3 $G_{max}$	2 0 5 3 cm <sup>3</sup>
5/3 $G_{max}$	1 7 3 4 cm <sup>3</sup>
6/3 $G_{max}$	5 6 2 5 cm <sup>3</sup>