

九州工業大学 正員 出光 隆

同上 正員 高山 俊一

1. まえがき

低水セメント比で高配合な高強度コンクリートのコンシステンシーは、普通コンクリート（水セメント比 50～60%）のそれと異なり、粘着性に富んだ特徴を示している。高強度コンクリートの粘性が大きい原因は、低水セメント比（ w/c 28～30%）にもかかわらず、優れた減水効果を発揮する高性能減水剤によってコンクリートを流動化しているためと考えられる。高強度コンクリートは一見したところ、流動性に富んでいるようであるが、スコップによる練り直しや突き棒による締め固めに要する労力は、普通コンクリートに比べてかなり大きいようである。そこで、高強度コンクリートのワーカビリティをスランプと種々のコンシステンシー試験結果との関係を中心にして、普通コンクリートと比較してみた。

2. 実験概要

(1) 使用材料 セメントは三菱普通ポルトランドセメント（比重 3.18）、細骨材は海砂（山口県湯玉産 比重 2.52、粗粒率 3.05）、粗骨材は碎石（門司産、最大寸法 20mm、比重 2.66、粗粒率 6.59）、高性能減水剤はM（主成分 β -ナフタリンスルホン酸ホルマリン縮合物、セメント重量の 1.5% 混入）とN（主成分 高縮合トリアジン系化合物、セメント重量の 3.5% 混入）をそれぞれ使用した。また、普通コンクリートには空気連行性減水剤を規定量（粉末セメント重量の 0.25%）混入した。

(2) 実験方法 高強度コンクリートの水セメント比は28%で、普通コンクリートは55%で行なった。コンクリートのコンシステンシー測定はスランプ試験を初めとして、フロー試験（ASTM C 124）、球貫入試験（別称 ケリーボール試験、ASTM C 360）および著者が参考としたスコップ貫入試験、鉄筋間通過試験などの方法で行なった。スコップ貫入体および鉄筋間通過試験装置を図-1、図-2に示す。前者は平スコップに鉄輪を通して重量 2.6 kgとし、コンクリート面上 10 cm の高さから自由落下させて、コンクリート中に貫入した深さを測定し、これを貫入量とした。測定は2回行ない平均値をとった。後者は内径 248 mm の塩化ビニル管に $\phi 22$ の鉄筋を等間隔に渡し、その上にコーン（高さ 227 mm、上縁径 150 mm、下縁径 200 mm）に詰めたコンクリートをのせ、振動（振動数 3400 VPM）を与えて鉄筋間を通過し終えるまでの時間（秒）を測定し、通過時間とした。

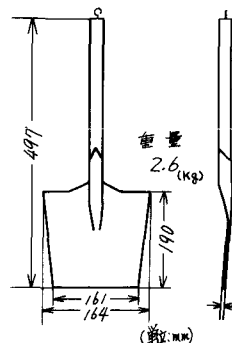


図-1 スコップ貫入体

3. 実験結果および結果考察

(1) スランプとフロー値の関係 気温約 20℃ におけるスランプとフロー値の関係を図-3に示す。同図によると、高強度コンクリートと普通コンクリートでは明らかな相違が認められる。例えば、実験より得られた回帰直線から計算するとスランプ 15 cm の場合、高強度コンクリートのフロー値は 86%、普通コンクリートは 141% となり、静的なスランプ試験では同一コンシステンシーを示しているが、打撃による拡がり試験のフロー値では 55% の違いがみられる。高強度コンクリートは見た目には流動しやすいようであるが、実際には普通コンクリートに比べて粘性が極めて大きく流動的でないことが認められる。また、スランプとフロー値の相関係数はそれぞれ 0.96、0.98 となり、スランプとフロー値は相関性が極めて大きいことが認められる。

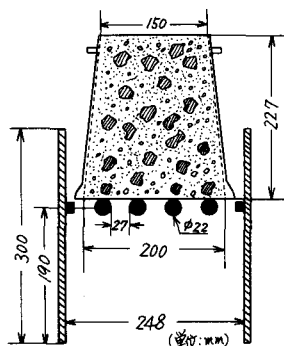


図-2 鉄筋間通過試験装置

(2) 球貫入試験 スランプとケリー値の関係を図-4に示す。スランプとケリー値の関係もスランプとフロー値の場合と同様に、高強度コンクリートと普通コンクリートでは明らかな相違が認められる。ケリー試験の測定範囲が狭いことも考えられるが、スランプとフロー値ほどの大きな違いではない。気温30℃の場合であるが、減水剤N使用の場合との違いは若干みられるようである。

(3) スコップ貫入試験 スランプとスコップ貫入量の関係を図-5に示す。スコップ貫入試験は、高強度コンクリートでは作業員のスコップ作業による疲労度が普通コンクリートに比べて大きいことから、スコップ貫入量パビの程度異なるが検討するために行なったものである。同図によると、高強度コンクリートはスランプの大小にかかわらず貫入量ほぼ一定となっているが、普通コンクリートはスランプが大きくなるにつれ貫入量も大きくなっている。高強度コンクリートの場合、重力によって変形が起こるスランプ試験では大小関係が生じるが、衝撃的なスコップ貫入試験では粘性が大きいため貫入抵抗が大きくなり、貫入量が小さくなるものと考えられる。同図によると、スランプ20cmの各貫入量は高強度コンクリートが約3cm、普通コンクリートが約10cmとなつてかなりの相違が認められる。貫入量約4cmの普通コンクリートは図からスランプ4~5cmに相当するものとみられるので、高強度コンクリートのスコップ作業に関するワーカビリティは、スランプの大小にかかわらず普通コンクリートの硬練りの場合に相当するものと考えられる。このことから、突き棒などで高強度コンクリートの締固めを行なうことは極めて困難であり、たとえスランプは大きくても機械による振動締固めが必要と考えられる。

(4) 鉄筋間通過試験 スランプとコンクリートの通過時間の関係を図-6に示す。本試験は振動締固めのさい、高強度コンクリートと普通コンクリートでは振動時間がどの程度異なるか調べるため行なったものである。同図によると、高強度コンクリートは普通コンクリートに比らべて同一スランプにもかかわらず、2~3倍の振動時間を要するようである。例えば、スランプ15cmの場合、高強度コンクリートは33秒、普通コンクリートでは11秒となり、3倍もの違いがある。また、振動時間33秒を要する普通コンクリートは約5cmのスランプに相当している。以上のように、高強度コンクリートの振動時間は、普通コンクリートに比べて少なくとも2倍以上行なわれることが適当だろうと考える。

今後、高強度コンクリートのポンパビリティについて実験を続行したいと考えている。

本研究に対して昭和51年度吉田研究奨励金を授与されました。ここに謹んで謝意を表します。

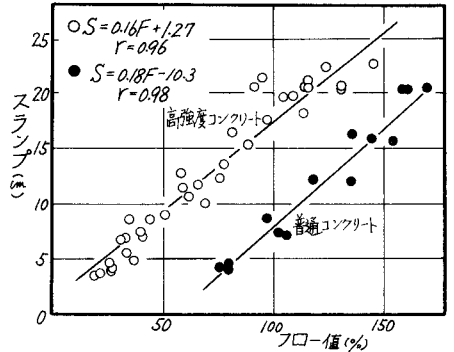


図-3 スランプとフロー値の関係

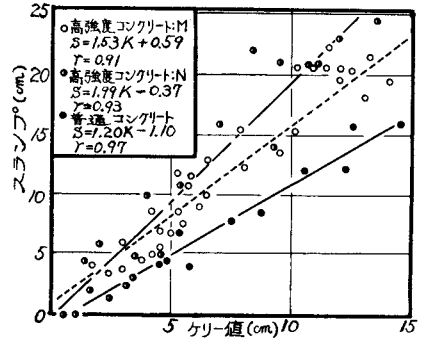


図-4 スランプとケリー値の関係

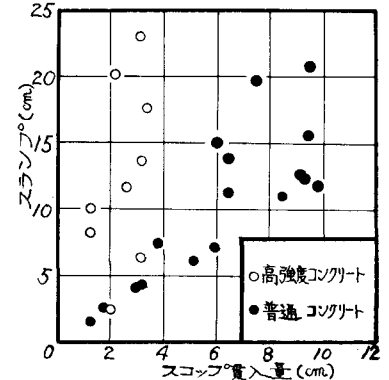


図-5 スランプとスコップ貫入量の関係

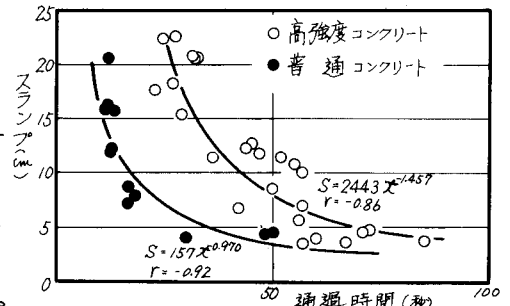


図-6 スランプとコンクリート通過時間の関係