

V-341 超硬練りコンクリートの締固め過程の可視化観察と二、三の考察

秋田大学 ㊦ 佐藤 正一

秋田大学 正 加賀谷 誠

秋田大学 正 徳田 弘

秋田大学 正 川上 洵

1. まえがき 本実験の目的は、超硬練り質配合コンクリートを表面振動機によって締固めるとき、その締固め機構を明らかにし、併せて、締固め度を判定するための基礎資料を得ることである。この目的のため、締固め過程を可視化して観察し、同時に、試験体底部におけるペーストの圧力を測定した。さらに、各締固め段階における試験体上・下部の水セメント比・圧縮強度・密度を測定し、これらの測定値と可視化観察の結果ならびにペースト圧の経時変化の相互関係について若干の考察を試みた。

2. 実験概要 普通セメント、川砂、川砂利およびAE剤を使用した。コンクリートの配合は、粗骨材の最大寸法40mm、V C値 20 ± 5 秒、空気量 $4.5 \pm 0.5\%$ 、水セメント比80.0%、単位水量 113 kg/m^3 であり、材令28日における圧縮強度は 106 kgf/cm^2 であった。このコンクリートを締固め終了後の高さが約30cmとなるように角柱型わく(断面 $15 \times 15 \text{ cm}$)に打込み、質量38kg、振動数50Hz、振幅0.18cm、締固め鋼板の寸法 $14.5 \times 14.5 \text{ cm}$ の表面振動機により締固め時間を変えて締固めた。型わくの側壁部せき板の一枚を透明なプラスチック板とし、これを通してビデオカメラにより締固め効果の伝ば過程を録画した。ペースト圧の測定には間隙水圧計($\phi 40 \times 64 \text{ mm}$, 容量 2 kgf/cm^2)を用いた。締固めが終わってから約2時間経過後、試験体上・下部から資料を採取して水セメント比を測定し、また、材令28日で試験体上・下部から立方供試体($15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$)を切り出し、その密度を測定した後、強度試験に供した。

3. 実験結果 図-1(上)に締固め時間とペーストで覆われたプラスチック板の面積率の関係を示す。締固め開始と同時にコンクリートの表面は数cm急速に沈下し、表面から約5cmの部分のプラスチック板がペーストで覆われた。これは表面付近に高密度層が形成されたためである。続いて、表面のゆるやかな沈下、空気泡の上昇、下降するペーストの骨材間隙への流入が観察された。ペーストによって覆われたプラスチック板の面積率は、およそ60秒まで急速に増加して80%程度になることから、この間における締固めの進行速度は速いが、その後の進行速度は非常にゆるやかであることがわかる。約90秒で高密度層が底部付近に達するとペーストは下降から上昇に転じ、下層部に残っている骨材間隙を充填しながら上昇を続け、およそ200秒でプラスチック板のほぼ全面が覆われた。

図-1(下)に締固め時間と間隙圧の関係を示す。間隙圧は、約90秒までわずかに増加するが、その後、急上昇して約180秒で最大値に達し、続いて減少傾向を示す。ペーストが未だ底部に

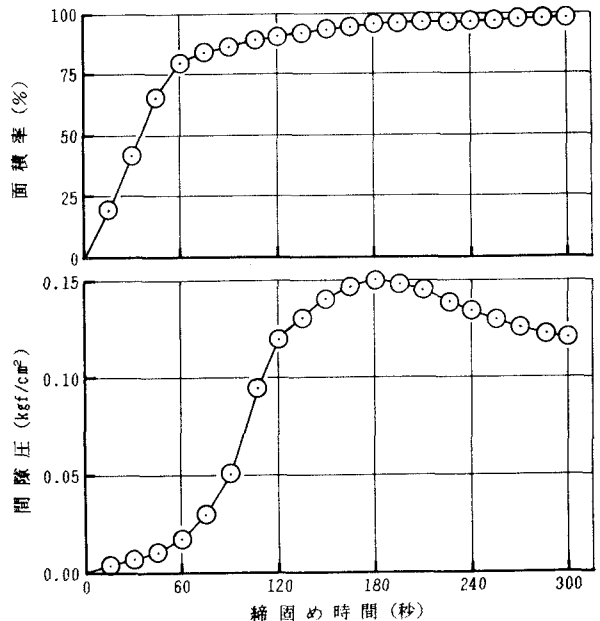


図-1 締固め時間とペーストで覆われたプラスチック板の面積率および間隙圧の関係

達していないにもかかわらず、締固め開始直後から圧力が増加するのは、空気泡が表面付近に形成された高密度層を通過して逸散するのが難しく、その結果コンクリート内部の空気圧が上昇したことによると思われる。また、約90秒で圧力が急上昇したのは、可視化観察から認められたように、丁度このときペーストが下降から上昇に転じることから、締固め効果が底部付近まで達したためであり、さらに、最大値に達してから減少するのは、粗骨材の一部が底部に堆積するため、水圧計は粗骨材の一部を欠いたコンクリートによる圧力を感じることによるからであろうと推察される。

図-2に締固め時間と試験体上・下部の水セメント比の関係を示す。図中の水平な破線は示方配合における値を示す。水セメント比は、締固め開始後約90秒まで上部および下部でそれぞれ減少および増加傾向を示すが、その後、それぞれ増加および減少傾向に転じることがわかる。このように、締固め初期における上部の水セメント比は下部の値より小さいが、その後、この大小関係は逆転する。この現象は、可視化観察から明らかとなったペーストの移動方向の逆転現象に対応している。ペーストの移動に伴ってその水セメント比が増加するのは、水セメント比が高いために振動締固めによって水の一部分が容易に分離するからであろうと考えられる。

図-3に締固め時間と試験体上・下部の圧縮強度および密度の関係を示す。図中の水平な破線は、標準供試体による強度および示方配合から得られた密度を示す。締固め時間15秒における上部および下部の密度はそれぞれ標準強度の86%および58%であって、上部の値の方が下部より大きく、いわゆる上強下弱の傾向を示す。これは締固め開始と同時に表面付近に高密度層が形成されるのに対し、下部では未だ締固めが不十分であることによる。その後、時間とともに各部の強度は増加して両者の差は小さくなり、約180秒で上・下部ともに標準値とほぼ等しい最大値に達する。さらに締固めを続けると両者ともわずかに減少し、いわゆる上弱下強の傾向を示す。これは過剰締固めによるものと考えられる。密度は時間とともに増加するが、300秒程度まで上部の値の方が下部より大きい。そして約180秒で上・下部とも標準値を上回る。

4. まとめ 締固め開始と同時に試験体の表面は数cm急速に沈降し、表面付近が高密度化する。続いて、ペーストは骨材粒の間隙を充填しながら下降するので、高密度層は下方に向かって徐々に成長する。これが底部付近に達するとペーストは上昇に転じる。間隙圧はペーストが上昇に転じ、さらに骨材粒の間隙がほとんど認められなくなるまで増加して最大値に達し、その後、減少傾向に転じる。水セメント比は、初期には上・下部でそれぞれ減少・増加の傾向を示すが、その後、それぞれ増加・減少の傾向に転じる。これはペーストの移動方向の逆転現象と対応している。上・下部の圧縮強度は締固め時間とともに増大して、ほぼ同等の最大値に達し、その後、いずれも減少傾向に転じる。このような変化傾向は間隙圧の経時変化傾向と対応関係にある。したがって、間隙圧の変化傾向に基づいて締固め度を判定することが可能である。

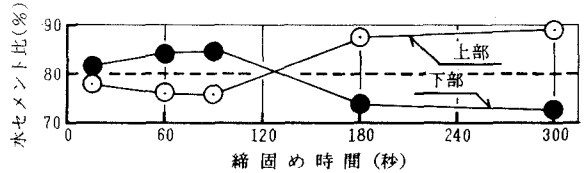


図-2 締固め時間と水セメント比の関係

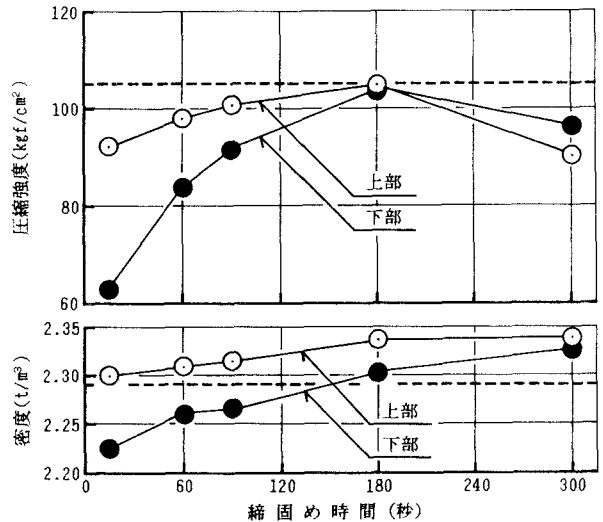


図-3 締固め時間と圧縮強度および密度の関係