

V-136 R C C P用コンクリートのワーカビリティに及ぼす混和剤の使用量の影響

秋田大学鉱山学部 学生会員 藤 田 仁

同 上 正 会 員 加 賀 谷 誠

日本製紙(株)コンクリート技術研究所 正 会 員 因 幡 芳 樹

秋田大学鉱山学部 正 会 員 徳 田 弘

1. まえがき

本研究では、RCCP用コンクリートのワーカビリティに及ぼす混和剤使用量の影響を明らかにすることを目的とした。このため、配合を一定とし、高性能AE減水剤、超硬練りコンクリート用混和剤およびそれぞれに増粘剤を添加した混和剤を用い、各混和剤の使用量を変化させた場合の修正VC値、締固めの容易さ、材料分離程度および表面仕上げ時間を測定した。また、混和剤使用量の増加に伴うこれらの測定値の変化傾向を明らかにし、通常のAE減水剤を使用した場合との比較を行った。

2. 実験概要

普通ポルトランドセメント、川砂（比重2.54、吸水率3.59%、粗粒率2.70）、碎石（比重2.58、吸水率2.01%、粗粒率6.60、最大寸法20mm）を使用した。混和剤として、高性能AE減水剤Aおよびそれに増粘剤を添加した混和剤B、超硬練りコンクリート用混和剤Cおよびそれに増粘剤を添加した混和剤D、比較のため通常使用されるAE減水剤を使用した。配合を水セメント比37.0%、細骨材率41.8%、単位水量107kg/m³の一定とし、混和剤の使用量をセメント量の0.5～2.5%に変化させ、これを水量の一部とした。VC締固め試験方法により修正VC値および締固め率を測定した。また、供試体体積の1/2となる試料を計り取り、これを10×10×40cm型枠に投入し、9.5×39.5、厚さ5.6mmの締固め板を取り付けたタンパー（振動数50Hz、質量15kg）を用いて締固め板と型枠せき板の間隙からモルタルの浮き上がりを観察されるまで十分に締固め、このときの振動時間を測定した。引き続き二層目のコンクリートを打込み、同様に締固めを行い、一層および二層の合計振動時間を供試体の締固め時間とし、締固めの容易さの目安とした。さらに、締固め終了後、コテを用いて供試体の表面仕上げを行い、その所要時間を測定した。表面仕上げの程度は、目視観察によってこれを判断し、所要時間の長短に基づきおよその表面仕上げ作業の難易度を判定した。RCCP用コンクリートの材料分離は、主としてミキサからダンプトラックへ落下排出するときや、施工現場においてダンプトラックから荷おろしするときに発生することが指摘されており、この状態を実験室内で再現するために図-1に示す材料分離程度測定試験装置を試作した。この試験に際し、10kgの試料を採取し、これを投入口よりシュートを通して一度に落下させた。受け皿に吐出された試料を吐出方向に対して直角に2分割し、吐出口側から約5kg、これと反対側から約5kgを分取した。試料中に含まれる粗骨材量を洗い分析により求め、試料質量との比をそれぞれCA₁およびCA₂とし、材料分離程度を次式で評価した。

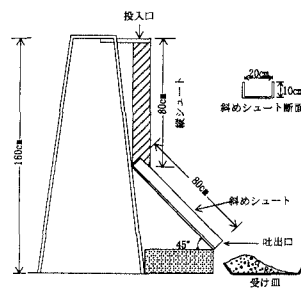


図-1 材料分離程度測定試験装置

普通ポルトランドセメント、川砂（比重2.54、吸水率3.59%、粗粒率2.70）、碎石（比重2.58、吸水率2.01%、粗粒率6.60、最大寸法20mm）を使用した。混和剤として、高性能AE減水剤Aおよびそれに増粘剤を添加した混和剤B、超硬練りコンクリート用混和剤Cおよびそれに増粘剤を添加した混和剤D、比較のため通常使用されるAE減水剤を使用した。配合を水セメント比37.0%、細骨材率41.8%、単位水量107kg/m³の一定とし、混和剤の使用量をセメント量の0.5～2.5%に変化させ、これを水量の一部とした。VC締固め試験方法により修正VC値および締固め率を測定した。また、供試体体積の1/2となる試料を計り取り、これを10×10×40cm型枠に投入し、9.5×39.5、厚さ5.6mmの締固め板を取り付けたタンパー（振動数50Hz、質量15kg）を用いて締固め板と型枠せき板の間隙からモルタルの浮き上がりを観察されるまで十分に締固め、このときの振動時間を測定した。引き続き二層目のコンクリートを打込み、同様に締固めを行い、一層および二層の合計振動時間を供試体の締固め時間とし、締固めの容易さの目安とした。さらに、締固め終了後、コテを用いて供試体の表面仕上げを行い、その所要時間を測定した。表面仕上げの程度は、目視観察によってこれを判断し、所要時間の長短に基づきおよその表面仕上げ作業の難易度を判定した。RCCP用コンクリートの材料分離は、主としてミキサからダンプトラックへ落下排出するときや、施工現場においてダンプトラックから荷おろしするときに発生することが指摘されており、この状態を実験室内で再現するために図-1に示す材料分離程度測定試験装置を試作した。この試験に際し、10kgの試料を採取し、これを投入口よりシュートを通して一度に落下させた。受け皿に吐出された試料を吐出方向に対して直角に2分割し、吐出口側から約5kg、これと反対側から約5kgを分取した。試料中に含まれる粗骨材量を洗い分析により求め、試料質量との比をそれぞれCA₁およびCA₂とし、材料分離程度を次式で評価した。

$$\text{材料分離程度 } S_g(\%) = \frac{(CA_2 - CA_1)}{CA_0} \times 100$$

上式において、CA₀は示方配合における単位粗骨材量とコンクリートの単位容積質量との比を示す。材齢28日まで標準水中養生を行った供試体で曲げ強度試験を行った。なお、試験回数をすべて3回とした。

3. 実験結果および考察

図-2に混和剤の使用量と修正VC値の関係を示す。なお、図中横太線は、通常使用されるAE減水剤を用いたときの結果を示す。図より、修正VC値は、使用量の増加に伴って減少し、1.5%以上使用すると漸減傾向に転じ、一定値に漸近することが判る。混和剤使用量を一定としたとき、修正VC値は混和剤Cを用いるより混和剤Aを用いた方が小さく、また、これら混和剤に増粘剤を添加した場合（B、D）、さらにこれが小さくなり、コンシステンシーの改善が認められる。AE減水剤を用いたときの修正VC値が91秒であるのに対し、これら混和剤を1.5%使用した

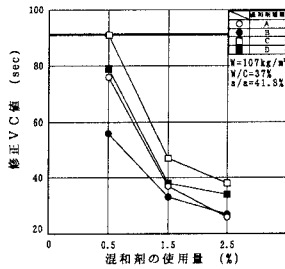


図-2 混和剤の使用量と修正VC値の関係

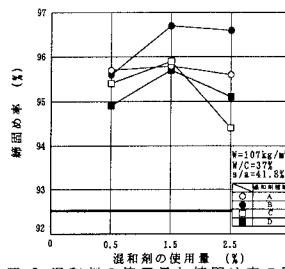


図-3 混和剤の使用量と締固め率の関係

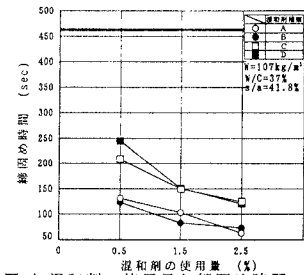


図-4 混和剤の使用量と締固め時間の関係

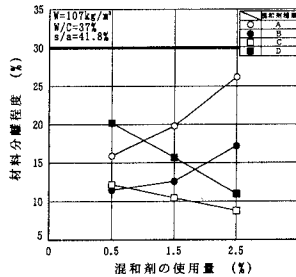


図-5 混和剤の使用量と材料分離程度の関係

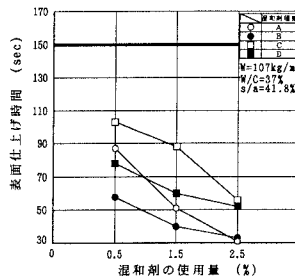


図-6 混和剤の使用量と表面仕上げ時間の関係

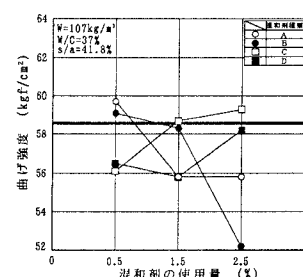


図-7 混和剤の使用量と曲げ強度の関係

ときの修正VC値は40～60秒程度小さくなった。図-3に混和剤の使用量と締固め率の関係を示す。締固め率は、使用量の増加に伴って増加するが、1.5%以上使用すると一定値となるか、減少傾向を示すことが判る。使用量を一定としたとき、締固め率は、混和剤Cを用いるより、混和剤Aを用いた方が大きく、締固めが容易となることが判る。CやDを2.5%使用したとき、締固め率が減少したのは、このときの修正VC値が30～40秒で得られたのに対し、さらに60秒まで締固めを継続してから締固め率を求めたため、過剰締固め状態となり、このとき空気が連行されたことによると考えられる。通常使用されるAE減水剤を用いたときの締固め率が92.5%であるのに対して、これらの混和剤を1.5%使用したときの締固め率は、96%程度となった。図-4に混和剤の使用量と締固め時間の関係を示す。表面振動機によって十分に締固められるまでの締固め時間は、混和剤の使用量の増加に伴って減少し、締固めが容易となることが判る。混和剤の使用量を一定とすると、締固め時間は混和剤Cを用いるより混和剤Aを用いた方が小さく、締固めが容易であって、これらの混和剤の使用により通常使用されるAE減水剤を用いたときより締固め時間がかなり低減されることが判る。図-5に混和剤の使用量と材料分離程度の関係を示す。材料分離程度は、混和剤Cを用いたとき、混和剤の使用量の増加に伴って減少すること、一方、混和剤Aを用いたとき混和剤の使用量の増加に伴って増加することが判る。このような傾向の違いが生ずる理由は明らかではないが、Aの場合増粘剤を添加したBの使用によって材料分離程度を低減できることが判る。また、これらの混和剤の使用により、通常使用されるAE減水剤を用いたときより材料分離程度がかなり減少することが判る。図-6に混和剤の使用量と表面仕上げ時間の関係を示す。混和剤の使用量の増加に伴って表面仕上げ時間は減少し、混和剤Cを用いるより混和剤Aを用いた方が表面仕上げ時間を低減できること、また、増粘剤を添加することによってさらにこれを低減できることが判る。図-7に混和剤の使用量と曲げ強度の関係を示す。図より、曲げ強度は、混和剤Cを用いたとき使用量の増加に伴って増加傾向を示すが、混和剤Aを用いたとき減少傾向を示すこと、これらの傾向は増粘剤使用の有無に影響されないことが判る。高性能AE減水剤を用いたとき、使用量の増加に伴って曲げ強度が低下するのは、材料分離程度の増加と関係があるものと思われる。

4. まとめ

高性能AE減水剤に増粘剤を添加することによって、締固めの容易さ、材料分離程度および表面仕上げ時間を超硬練りコンクリート用混和剤Cを用いたときと同程度かこれ以上に改善できる。また、通常使用されるAE減水剤を用いた場合と同程度の曲げ強度を得ることができる。その時の使用量は、セメント量に対して1.5%程度となった。