

前田道路(株) 正会員○井上 剛志
 徳島大学工学部 正会員 橋本 親典
 徳島大学工学部 正会員 渡辺 健
 徳島大学工学部 学生員 橋本紳一郎

1. はじめに

現在、我が国では電力需要の増加に伴い、新たな石炭火力発電所の建設が進められている。発電所から発生する石炭灰も年々増加傾向にあり、今後、多量の石炭灰をリサイクル資源として有効利用することが望まれている。そこで、II種フライアッシュ、高炉スラグ微粉末および二水石膏（火力発電所から排出される脱硫石膏）からなる粉体をセメント代替とし、水、骨材を混入して全くセメントを用いないコンクリートの開発を目指し、これまでに基礎的研究を行ってきた。本研究ではこの技術の実用化の基礎データを得るために、加振装置を用いて締固める際の振動条件、及び高性能 AE 減水剤使用量を変化させて、その効果を検討し最も有効な条件を明確にすることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究で使用した材料はセメント代替として、平成 14 年 8 月 7 日採取の四国電力石炭火力発電所産II種フライアッシュ(密度:2.23g/cm³、比表面積:3420cm²/g、強熱減量:1.47%)、N 鋼管工業(株)製高炉スラグ微粉末(密度:2.89g/cm³、比表面積:4620cm²/g)、四国電力石炭火力発電所産脱硫石膏である二水石膏(密度:2.29g/cm³)を使用した。また細骨材是那賀川産川砂(密度:2.62g/cm³)、粗骨材は最大寸法 25mm の那賀川産玉砕石(密度:2.64g/cm³)、混和剤としてポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を使用した。

2.2 配合

本研究で使用した配合を表-1 に示す。既往の研究結果¹⁾より、水粉体比 25%、単位水量 170kg/m³、細骨材率 40%で一定とした。また、II種フライアッシュと高炉スラグ微粉末と二水石膏の粉体重量比は 1:0.2:0.1 の割合で使用した。高性能 AE 減水剤使用量による影響を検討するために、高性能 AE 減水剤を全粉体量 P(II種フライアッシュ、高炉スラグ微粉末、二水石膏)に対して、0.5%~0.9%の間で使用し実験を行った。配合名は、水粉体比-細骨材率-単位水量(高性能 AE 減水剤使用量)を示す。また、振動条件の検討を行った実験には、25-40-170(0.5%)の配合を用いた。

表-1 使用した配合

配合名	水粉体比 W/P(%)	細骨材率 s/a(%)	単位量 (kg/m ³)						
			水	高炉スラグ微粉末	II種フライアッシュ	二水石膏	細骨材	粗骨材	高性能AE減水剤
25-40-170(0.5%)	25	40	170	105	523	52	568	847	P×0.5%
25-40-170(0.6%)									P×0.6%
25-40-170(0.7%)									P×0.7%
25-40-170(0.8%)									P×0.8%
25-40-170(0.9%)									P×0.9%

2.3 実験方法

締固めは加振装置を用い振動締固めを行った。振動条件の影響を検討するために振動条件を、振幅 1.0mm は一定とし、周波数を 25Hz、50Hz、75Hz と変化させ、振動時間は、1 分、2 分、3 分として実験を行った。高性能 AE 減水剤使用量の検討を行った実験では、振動条件を振幅 1.0mm、周波数 50Hz で一定とし振動時間を 1 分、2 分、3 分として行った。また、打設後、養生 2 日で脱型し、材齢 28 日まで水中養生を行い、圧縮試験を行った。本研究では脱型の際、加振装置による締固めの程度を評価する指標として空隙率を求めた。

3.実験結果と考察

図-1に振動締固めの際の周波数と空隙率の関係を示す。75Hzは、50Hzと比較して、約1/2程度に空隙が減少しており、75Hzに設定することにより締固めが良くなることが示された。図-2に周波数と圧縮強度の関係を示す。周波数の違いによる圧縮強度の変化はさほど見られなかった。既往の研究¹⁾にも認められているとおり空隙率が4%以下であれば、圧縮強度には影響していない。よって本研究の範囲内では経済性を考慮し25Hzで行うのが適当である。

図-3に高性能AE減水剤使用量と空隙率の関係を示す。練り上がり直後の状態は、いずれの使用量も変わらなかった。また、いずれの使用量も空隙率は、すべて2~4%であり締固めが良く、大きな差は生じていない。図-4に高性能AE減水剤使用量と圧縮強度の関係を示す。いずれの使用量も圧縮強度は、ほぼ一定であり、本研究の範囲内では、経済性を考慮しP×0.5%の使用量が適当である。また、振動時間を比較しても大きな差はなく、振動時間が締固め、圧縮強度に及ぼす影響は少ないと考えられる。本研究では、振動締固めの際、手作業によってコンクリートを型枠に投入するため1分では不十分であると判断したため、2分の振動時間が適当である。しかし、投入方法を機械化するなどの改善を行えば、1分以下の振動時間でも可能であると考えられる。

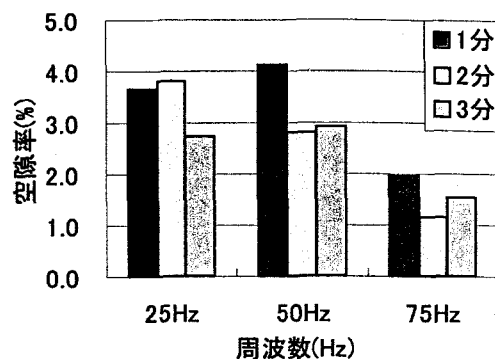


図-1 周波数と空隙率の関係

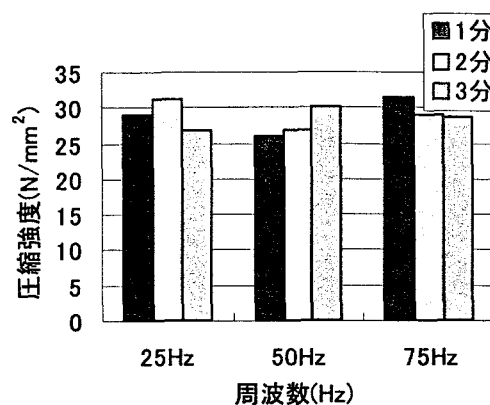


図-2 周波数と圧縮強度の関係

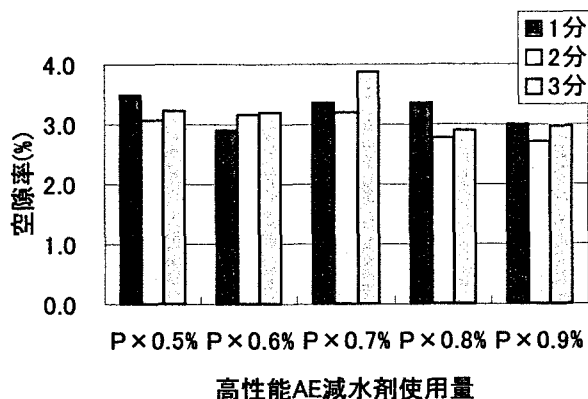


図-3 高性能 AE 減水剤使用量と空隙率の関係

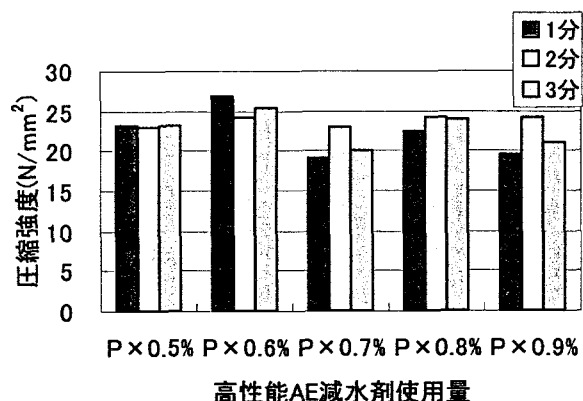


図-4 高性能 AE 減水剤使用量と圧縮強度の関係

4.まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- 1) 振動締固めの周波数を75Hzに設定することにより締固めは良くなるが、圧縮強度には影響していない。経済性を考慮し、25Hzで行うのが適当である。
- 2) 高性能AE減水剤をP×0.5%~0.9%の間で使用したが、この範囲では空隙率、圧縮強度には影響しなかった。本研究の範囲内では、経済性を考慮しP×0.5%が適当である。
- 3) 振動時間が1分~3分では空隙率、圧縮強度には影響を及ぼさない。本研究では、作業性を考慮し2分の振動時間が適当であるが、コンクリートの投入方法を改善すれば1分以下でも可能である。

【参考文献】 1)橋本紳一郎、橋本親典、渡辺 健、栗田 工:産業副産物をセメント代替として用いたコンクリートの基礎研究、日本コンクリート工学協会中国四国支部「廃棄資源のコンクリート材料への有効活用に関するシンポジウム」論文集、pp.116-121、2001.11