

論文 火力発電所より排出される粉殻灰の有効利用に関する基礎的研究

梶原 教裕^{*1}・上原 匠^{*2}・齊藤 和秀^{*3}・樋口 祐治^{*4}

要旨: 火力発電所より排出された状態の粉殻灰を環境負荷低減材料と位置付け、微粉碎処理を施さない状態でコンクリート用混和材として有効利用することを目的に、粉殻灰の混入がモルタル、コンクリートのフレッシュ性状および硬化性状に与える影響について実験に基づいて検討した。練混ぜ時間、細骨材率およびAE剤使用量を調整することで単位粉殻灰量 75kg/m³を細骨材と質量置換した配合において、通常のコンクリートと同程度のスランプおよび強度を持つコンクリートを製造できることが明らかとなった。

キーワード: 粉殻灰, 混和材, ポズラン反応, 粉体, 環境負荷低減材料

1. はじめに

近年、東南アジアの稲作地帯では、粉殻を燃料にした火力発電が普及し始め、増加傾向にある電力使用量に伴い、粉殻灰の発生量も年々大量かつ継続的に排出されると予測される。そこで、粉殻灰の有効利用は今後社会的に重要な課題の1つと考えられる。

ところで、粉殻灰はその生成方法により、活性度を有する粉体であることが認識されており、日本でも中嶋らが研究を行っているが¹⁾、日本では実用化には至らず、性能の確認で終了したまま現在に至っている。その最大の原因は経済性である。粉殻灰は施工性の確保と活性度を向上させるために、微粉碎する必要があること、活性度を有する粉殻灰を生成するために新たなプラントを建設しなければいけないこと、粉殻灰を混入したコンクリートを打設する時に多量の化学混和剤を必要とすることなどが影響している²⁾。しかし、最も大きな障害は、粉殻の集積コストが挙げられる。ゆえに、現段階では日本国内において粉殻灰の実用化は困難な状況にある。

既往の研究^{1,2,3)}では、粉殻灰を高い活性度を有する混和材料として微粉碎での利用を考えたのに対して、本研究では産業副産物の有効利用として排出される状態(負

荷低減材料と位置付け)での有効利用を考えている。

既報⁴⁾において、粉殻灰混入モルタルでは火力発電所からの排出時の状態でも高い活性度指数(90%以上)を有することや、そのまま微粉碎を行わない粉殻灰を混入したコンクリートの圧縮強度が普通コンクリートよりも増進していることなどが報告されている。ただし、実用化の課題として、施工性の改善と経済性および舗装等への用途開発に配慮した配合の検討が挙げられている。

そこで本研究では、地産地消の観点から、東南アジアの稲作地帯でを使用することを最終目的とし、環境負荷低減材料として粉殻灰をコンクリート用混和材に使用する上での施工性の改善を目的に、まず、モルタルでのフロー値の改善を試みた。次に non-AE コンクリートを対象に練混ぜ時間、水セメント比、細骨材率を変化させることでフレッシュコンクリートのワーカビリティの改善を試み、さらに実用化に向けて AE コンクリートによるフレッシュコンクリートのワーカビリティの制御について検討を行った。

2. 使用材料

使用した材料の種類および物性値を表-1に示す。本研

表-1 使用材料

| 項目 | 記号 | 物性値 |
|--------------|-------|--|
| 普通ポルトランドセメント | C | 密度:3.16g/cm ³ 比表面積:3370cm ² /g(T社製)または密度:3.16g/cm ³ 比表面積:3290cm ² /g(UM社製) *なお、セメントの違いによる実験結果の差異は見受けられなかった。 |
| 細骨材 | 山砂 | 表乾密度:2.55g/cm ³ 吸水率:1.23% 粗粒率:2.92(non-AEコンクリートに使用) |
| | 砕砂 | 表乾密度:2.67g/cm ³ 吸水率:1.24% 粗粒率:2.77(AEコンクリートに使用) |
| | 標準砂 | 絶乾密度:2.64g/cm ³ 吸水率:0.42%(JIS R 5201) |
| 粗骨材(砕石2005) | G | 表乾密度:2.72g/cm ³ 絶乾密度:2.70g/cm ³ 吸水率:0.53% 粗粒率:6.64 実積率:58.9% |
| 混和材 | 混合粉殻灰 | RHA1 密度:2.41g/cm ³ 平均粒径:80.1μm 比表面積:321000cm ² /g 未燃カーボン:3.5% |
| | 粉碎粉殻灰 | RHA2 密度:2.38g/cm ³ 平均粒径:19.0μm 比表面積:255000cm ² /g 未燃カーボン:3.9% |
| 混和剤 | SP | 高性能AE減水剤 主成分:ポリカルボン酸系 非空気連行タイプ |
| | AE | AE剤 主成分:高級脂肪酸および非イオン系界面活性剤 |

*1 名古屋工業大学大学院 工学研究科社会工学専攻 (正会員)

*2 名古屋工業大学大学院 工学研究科社会工学専攻 准教授 工博 (正会員)

*3 竹本油脂(株) 第三事業部 研究開発部 グループリーダー (正会員)

*4 名古屋工業大学大学院 工学研究科社会工学専攻

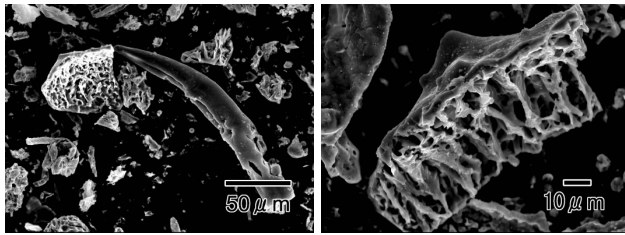


写真-1 混合粉殻灰 (RHA1) の SEM 画像

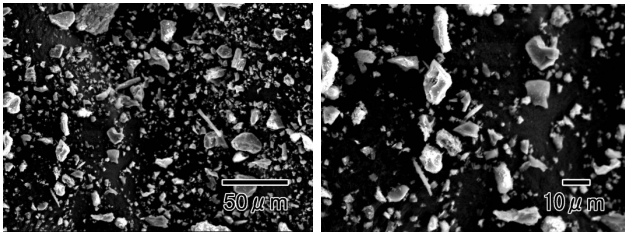


写真-2 粉碎粉殻灰 (RHA2) の SEM 画像

究で使用した粉殻灰は、火力発電所の燃焼炉底部と燃焼炉内の集じん機で回収された粉殻灰が混合（約 9 : 1 の割合）された排出時の混合粉殻灰（以下、RHA1 と表記）（写真-1 参照）である。なお粉殻は、火力発電の燃料として約 800℃で燃焼利用されていることから、粉殻灰の主成分である SiO₂ は活性度が高いと判断した。比較のため RHA1 をさらに粉碎した粉碎粉殻灰（以下、RHA2 と表記）（写真-2 参照）の物性値を表-1 に示す。粉殻灰の主成分は SiO₂ であり表-1 より、密度は 2.38~2.41g/cm³、未燃カーボン（CHN 計法）は 3.5~3.9%、比表面積は 255000~321000cm²/g である。平均粒径は、粉碎した RHA2 が 19.0 μm と粉碎前の 80.1 μm に比べて非常に細かいことがわかる。ただし平均粒径を除き、他の物性値は化学成分も含めその差はばらつきの範囲内でほぼ等しいと考えられる。粉殻灰は微粉碎することにより、比表面積は通常とは異なり小さくなるが、粒径は非常に小さくなった。微粉碎しても密度に大きな差がない点から、粒径が球体に近くなり、流動性が高くなると推察される。

3. 実験概要

はじめに混合粉殻灰(RHA1)を対象に既報⁴⁾では明らかとならなかった練混ぜ時間と高性能 AE 減水剤（以下、SP と表記）添加率の適切な組合せを判断するため、セメント質量の 25%を粉殻灰で置換する配合において SP 添

加率、練混ぜ時間をそれぞれ変化させてモルタルによるフロー試験と強度試験を行い、次に混合粉殻灰(RHA1)を対象に混和材料として non-AE コンクリートおよび AE コンクリートでの実験を行った。その際、モルタルの試験結果を基にセメントとの置換量の換算から、混和材としての細骨材と置換する粉殻灰の単位量を設定した。

3.1 試験項目

モルタルでの試験項目は、フレッシュ性状については、フロー試験(JIS R 5201)、硬化後は、曲げ強度試験(JIS R 5201)、圧縮強度試験(JIS R 5201)とした。曲げ強度、圧縮強度の試験材齢は適宜設定した。

コンクリートでの試験項目は、フレッシュ性状については、スランブ試験(JIS A 1101-1998)、空気量試験(JIS A 1128-1999)、単位容積質量試験(JIS A 1116-1997)とし、硬化後は、圧縮強度試験 (JIS A 1108-1999)、静弾性係数試験 (JSCE-G 502-1999)、曲げ強度試験 (JIS A 1106-1999) とした。圧縮強度の試験材齢、静弾性係数の試験材齢、および曲げ強度の試験材齢は適宜設定した。

4. モルタルでの実験

4.1 配合

モルタルの配合を表-2 に示す。JIS R 5201 に規定されているセメントの強さ試験供試体に用いる配合を Base と設定した。セメント質量の 25%を粉殻灰で置換する配合において、練混ぜ時間が強度だけでなく施工性に及ぼす影響も含めて検討するため、ワーカビリティの把握を目的に JIS R 5201 に規定されているフロー試験を行った。練混ぜ方法および供試体の作製は JIS R 5201 に基づいて行った。なお、練混ぜ時間については、Base は JIS R 5201 に準じ、粉殻灰混入モルタルに対しては JIS R 5201 に規定された時間である 4 分と、6 分、8 分、10 分、15 分、20 分の計 6 種類とした。配合名をそれぞれ 25R-4、25R-6、25R-8、25R-10、25R-15、25R-20 とする。供試体の作製は、テーブルバイブレーターを採択した。供試体の養生は、打設の翌日に脱型した後に試験材齢まで水中養生を行った。試験材齢は 7 日、28 日、91 日とした。

4.2 試験結果および考察

(1) フレッシュ性状

表-2 および写真-3 にフロー試験の結果を示す。表-2 から練混ぜ時間に着目すると、6分をピークにフロー値

表-2 モルタルの配合およびフロー試験結果

| 配合名 | W(g) | C(g) | S(g) | RHA1(g) | 混入率(%) | SP添加率(%) | 練混ぜ時間(分) | 供試体の作製 | フロー値(mm) | フロー値比(%) |
|--------|------|------|------|---------|--------|--------------|----------|-------------|----------|----------|
| Base | 225 | 450 | 1350 | 112.5 | 25 | (C+RHA1)×1.1 | 標準 | テーブルバイブレーター | 176 | 100 |
| 25R-4 | | | | | | | 標準 | | 121 | 69 |
| 25R-6 | | | | | | | 標準+2 | | 177 | 101 |
| 25R-8 | | | | | | | 標準+4 | | 167 | 95 |
| 25R-10 | | | | | | | 標準+6 | | 162 | 92 |
| 25R-15 | | | | | | | 標準+11 | | 150 | 85 |
| 25R-20 | | | | | | | 標準+16 | | 152 | 86 |

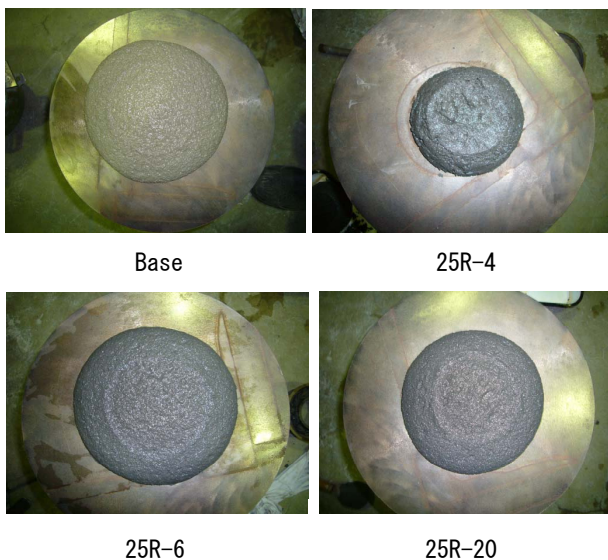


写真-3 フロー試験の様子

が減少していることが分かる。これは、練混ぜ時間が6分を超えると、練混ぜ水が珪灰に吸着されて流動性が低下することが考えられる。したがって、6分までは正の相関があり、6分以降は負の相関があると言える。

(2) 硬化性状

圧縮強度試験結果を図-1に示す。練混ぜ時間を指標に強度への影響を考察すると、フロー試験結果では、6分の練混ぜが最も大きなフロー値を示し、これ以降練混ぜ時間の増加に伴いフロー値は減少したが、圧縮強度試験結果の材齢91日では練混ぜ時間とともに強度が増進しているのが分かる。また、材齢間の強度試験結果からも圧縮強度は増加傾向を示すことが明らかとなった。ただし、練混ぜ時間8分以降、緩やかな増加は見られるが、練混ぜ時間を約2倍の15分やそれ以上の20分にしても大きな強度増進は得られなかった。Baseの強度と比較しても6分、8分の時点で十分な強度が得られることから、練混ぜ時間は6分から8分が妥当であると言える。

5. non-AE コンクリートでの実験

5.1 配合

表-3に配合を示す。予備実験より基準となるBaseコンクリートの細骨材率（以下 s/a と表記）を39.6%、珪灰 50kg/m³を細骨材と質量置換したコンクリート（以下 50R50 と表記）の s/a を37.9%、珪灰 75kg/m³を細

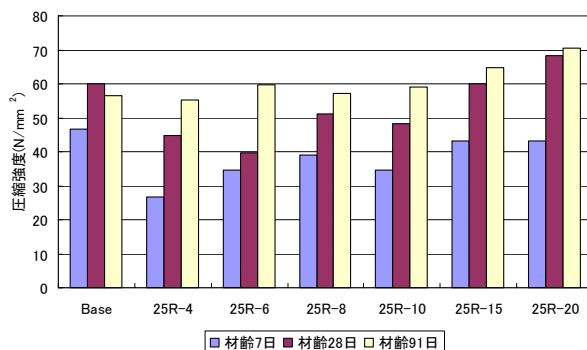


図-1 モルタル圧縮強度試験結果

骨材と質量置換したコンクリート（以下 75R と表記）の s/a を36.8%とした。75Rの施工性の改善を目的に、珪灰コンクリートにおいて水セメント比（以下 W/C と表記）を50%、55%、60%の3水準の配合を設定し、それぞれ配合名を75R50、75R55、75R60とした。50R50は供試体作製時に施工性の比較を目視判断するための比較用配合である。セメント内割置換に換算すると、50kg/m³は12.5%、75kg/m³は17.6%となる。SPを使用することから、単位水量は上限の175kg/m³とした。SP添加率はBaseは1.25%とし、珪灰を混入したコンクリート 50R50、75R50、75R55、75R60は2.15%で統一した。目標スランブはBaseのみ10cmと設定し、珪灰混入コンクリートでは特に設定しなかった。練混ぜ時間については、Baseと50R50に関しては2分とし、モルタルでの実験結果を考慮して、75Rシリーズは施工性向上のため通常の2倍の4分を設定した。練混ぜ終了後のコンクリートは練り板に受け、均一になるように2往復切り返した後に直ちにフレッシュ試験に用いた。その後、供試体を作製（JIS A 1132に準拠）し所定の試験材齢まで水中養生を行った。試験材齢は7日、28日、91日、半年、1年である。

5.2 試験結果および考察

(1) フレッシュ性状

写真-4にスランブ試験の結果を示す。50R50は75R50（スランブ1.0cm）と比較して、流動性がよく施工性も良好であった。また表-3より、75Rの3配合で比較すると、W/Cが大きくなるほどスランブの値は僅かではあるが大きくなった。この結果より、W/Cを大きく（単位セメント量の減）することで流動性が増加することが分か

表-3 non-AE コンクリートの配合およびフレッシュ試験結果

| 配合名 | W/C(%) | s/a(%) | 単位量(kg/m ³) | | | | | SP (%) | スランブ (cm) | 空気量 (%) | 供試体作製方法 | 練混ぜ時間(分) |
|-------|--------|--------|-------------------------|-----|------|------|--------|--------|-----------|---------|---------|----------|
| | | | W | C | S | G | RHA1 | | | | | |
| Base | 50 | 39.6 | 175 | 350 | 706 | 1149 | - | C×1.25 | 9.5 | 0.9 | 突き棒 | 2 |
| 50R50 | | 37.9 | | | 653 | | | | 9.5 | 0.9 | | |
| 75R50 | | 36.8 | | | 627 | | | | 測定不能 | 0.7 | | |
| 75R55 | 55 | 36.8 | 318 | 637 | 1165 | 75 | C×2.15 | 2.0 | 0.8 | 4 | | |
| 75R60 | 60 | 36.8 | 292 | 645 | 1179 | | | 4.0 | 0.6 | | | |



Base50



75R50

写真-4 スランプ試験の様子

った。しかし、実用的とは言えないことから、SP 添加量の増大等今後さらにワーカビリティの改善方法を考える必要がある。

(2) 硬化性状

圧縮強度試験結果を図-2 に示す。材齢 28 日から 91 日にかけて、すべての配合において材齢とともに強度が増加し、珪砂灰混入コンクリートは W/C60% を含め全て Base よりも圧縮強度は大きな値となった。材齢 91 日以降は、すべての配合において顕著な強度増加はなく同程度の値となった。W/C が同じ 50R50 と 75R50 で比較すると、28 日強度、91 日強度ともに 75R50 が高く、91 日強度で 75R50 が 4.10N/mm² 高かった。また、W/C を大きくするにしがたい強度は低下するが、それでも Base と比較して十分な強度が得られることから、75R シリーズは W/C を上げることで十分利用可能である。したがって環境負荷低減材料としては、50kg/m³ 置換よりも 75kg/m³ 置換が適していると言える。また、静弾性係数試験結果より材齢 28 日から 91 日にかけて、すべてのシリーズにおいて圧縮強度増加に伴う静弾性係数の増加が確認された。材齢 91 日以降は、どのシリーズにおいても圧縮強度増加と同様に静弾性係数の増加は小さく、同程度の値となる。これにより珪砂灰混入コンクリートの静弾性係数と圧縮強度の関係は、普通コンクリートと同様の傾向にあることが明らかとなった。

6. AE コンクリートでの実験

6.1 実験概要

6.1.1 連行空気に着目したワーカビリティの改善

表-4 に配合を示す。火力発電所から排出された状態での珪砂灰をコンクリート用混和材に使用する上での施工性の向上を図るために、AE 剤を使用し空気を連行さ

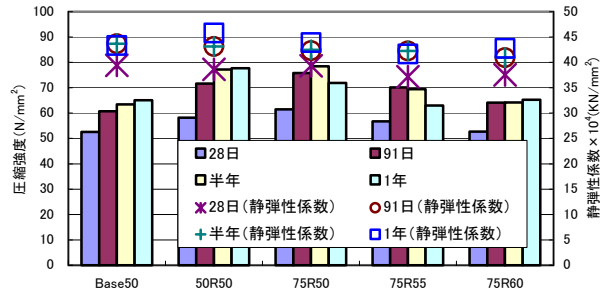


図-2 non-AE コンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係

せることにより良好なワーカビリティを得ることを目的とした。W/C は 50%のみとし、珪砂灰混入コンクリートでの実験を行い 50R, 75R の 2 水準を設定し、配合名をそれぞれ 50R50, 75R50 とした。SP を使用することから、単位水量は上限の 175kg/m³ とした。今回の実験では、Base および珪砂灰コンクリートの目標スランプを 8cm と設定し、目標空気量は 4.5% とした。一般に、通常のコンクリートでは、AE 剤を使用して連行空気量を増加させることでフレッシュコンクリートの流動性を向上させる働きがあるが、同時に、コンクリートの強度低下を引き起こす要因ともなる。強度が低下しない範囲での施工性の向上（連行空気のボールベアリングの働きを期待）を目的としていることから、通常のコンクリートと同様に目標空気量を 4.5% と設定した。すなわち、耐凍害性向上のために連行空気量を増加させたのではなく、あくまでフレッシュ性状のワーカビリティを改善することを第一の目的とした。したがって、強度の発現と制御および施工性の観点を加えた、実用化に配慮した配合と位置付けられる。供試体の作製に関しては、目視判断による材料分離がなく、目標スランプ、目標空気量を満たしているフレッシュコンクリートであることを確認し、供試体を作製した。練混ぜ時間は供試体作製可能な状態になるまでとし最大 4 分までとした。練混ぜ終了後のコンクリートは練り板に受け、均一になるように 2 往復繰り返した後に直ちにフレッシュ試験に用いた。材料分離の状態および施工性を判定した後、供試体を作製した。供試体の作製方法は JIS A 1132 に準拠した。所定の試験材齢まで水中養生を行った。試験材齢は 7 日、28 日、91 日、半年である。

6.1.2 W/C60%によるワーカビリティの改善

表-4 AE コンクリートの配合およびフレッシュ試験結果（連行空気に着目したワーカビリティの改善）

| 配合名 | W/C(%) | s/a(%) | 単位量(kg/m ³) | | | | | SP (%) | AE (%) | スランプ (cm) | 空気量 (%) | 供試体作製方法 | 練混ぜ時間(分) |
|--------|--------|--------|-------------------------|-----|-----|------|------|--------|---------|-----------|---------|---------|----------|
| | | | W | C | S | G | RHA1 | | | | | | |
| Base50 | 50 | 39.6 | 175 | 350 | 708 | 1099 | - | C×0.4 | C×0.035 | 8.1 | 4.8 | 突き棒 | 2 |
| 50R50 | | 37.8 | | | 652 | | 50 | C×1.0 | C×0.10 | 7.0 | 6.0 | | |
| 75R50 | | 36.8 | | | 625 | | 75 | C×1.5 | C×0.35 | 8.2 | 5.1 | | |

表-5 に配合を示す。珪灰の排出量の増加を考慮した場合、珪灰の混入量を増やすことも必要である。そこで、今回の実験では珪灰 100kg/m³ を細骨材と質量置換したコンクリート（以下 100R と表記）における施工性の改善を目的に、珪灰混入コンクリートにおいて W/C を 60% に引き上げ、50R、75R、100R の 3 水準を設定し、細骨材と質量置換した。それぞれ配合名を Base60、50R60、75R60、100R60 とした。練混ぜ時間については、比較対象とした Base60、50R60、75R60 に関しては化学混和剤の添加率を調整することで通常と同様の 2 分とし、100R60 は施工性向上のため通常の 2 倍の 4 分を設定した。練混ぜ終了後の供試体作製は 6.1.1 と同様であり試験材齢も 7 日、28 日、91 日、半年である。

6.2 試験結果および考察

6.2.1 連行空気に着目したワーカビリティの改善

(1) フレッシュ性状

表-4 および写真-5 にスランブ試験の結果を示す。Base50、50R50、75R50 とともに目標スランブの 8cm にほぼ近い値となった。これは non-AE コンクリートの実験結果と比較して AE 剤を使用したことにより、フレッシュコンクリートの流動性が向上したためと思われる。また、写真-5 から Base50、75R50 とともに同様なスランブ形状を示すことが確認された。空気量試験結果より、各配合において 4.5% 程度の空気量を維持するには、珪灰混入量を増加させるにつれて SP 添加量、AE 剤添加量を増加する必要があることが確認された。

(2) 硬化性状

圧縮強度試験結果を図-3 に示す。全ての配合において材齢とともに強度が増加している。珪灰混入コンクリートに関しては、珪灰混入量が増えるほど圧縮強度が増加する結果となった。また、各材齢ごとで比較すると、材齢が長くなるほど強度が増進することが確認された。図-2 の non-AE コンクリートの圧縮強度と今回の結果から、珪灰混入コンクリートは材齢 28 日から 91 日にかけて強度が著しく増進することが明らかとなった。また、静弾性係数試験結果より、全ての配合において圧縮強度増加に伴う静弾性係数の増加が確認された。表-4 の配合より珪灰混入 AE コンクリートの静弾性係数と圧縮強度の関係は、普通コンクリートと同様の傾向があると言えよう。

曲げ強度試験結果を図-4 に示す。全ての配合において



Base50 75R50
写真-5 スランブ試験の様子

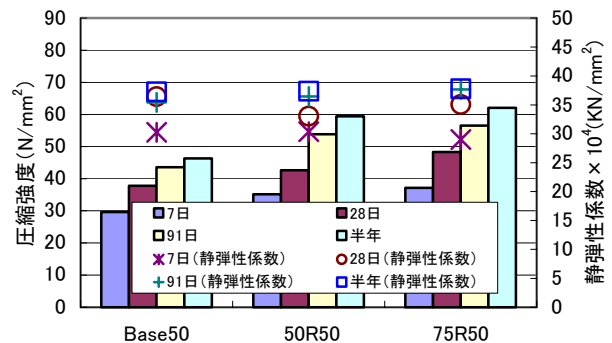


図-3 AE コンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係
(進行空気に着目したワーカビリティの改善)

舗装コンクリートの設計基準曲げ強度である 4.5N/mm² (JIS A 1106-1999) を超えていることから、強度の観点から、珪灰混入コンクリートを舗装コンクリートとして使用することに何ら問題ないと言える。また、珪灰を混入したコンクリートは圧縮強度と同様に、曲げ強度も珪灰混入量が増えるほど増加することが分かった。

6.2.2 W/C60%によるワーカビリティの改善

(1) フレッシュ性状

表-5 より全ての配合において目標スランブの 8cm にほぼ近い値となった。これは AE 剤を使用したことにより、フレッシュコンクリートの流動性が増したためと思われる。W/C を上げたことにより 100R60 も他の配合と同様のスランブを得ることが分かった。また、表-4 の実験結果と比較すると、単位珪灰量を増加させることに対して、流動性の向上を目的に W/C を大きく単位セメント量を少なくしたが、化学混和剤を調節することで 8cm 程度のスランブを得ることが可能であることが明らかとなった。空気量試験結果より、各配合において 4.5% 程

表-5 AE コンクリートの配合およびフレッシュ試験結果 (W/C60%によるワーカビリティの改善)

| 配合名 | W/C(%) | s/a(%) | 単位量(kg/m ³) | | | | | SP (%) | AE (%) | スランブ (cm) | 空気量 (%) | 供試体作製方法 | 練混ぜ時間(分) |
|--------|--------|--------|-------------------------|-----|-----|------|------|--------|---------|-----------|---------|---------|----------|
| | | | W | C | S | G | RHA1 | | | | | | |
| Base60 | 60 | 39.6 | 175 | 292 | 727 | 1130 | - | C×0.4 | C×0.035 | 8.5 | 4.0 | 突き棒 | 2 |
| 50R60 | | 37.8 | | | 672 | | 50 | C×1.0 | C×0.070 | 6.0 | 4.2 | | |
| 75R60 | | 36.7 | | | 644 | | 75 | C×1.5 | C×0.105 | 7.0 | 5.1 | | |
| 100R60 | | 35.7 | | | 616 | | 100 | C×2.0 | C×0.140 | 6.5 | 4.0 | | |

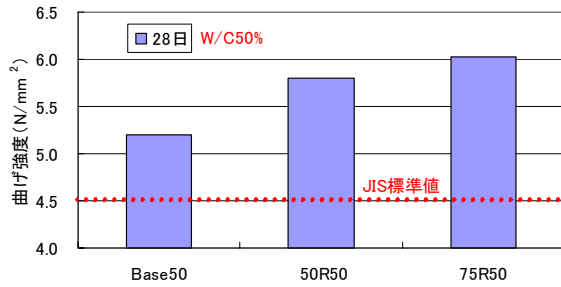


図-4 AE コンクリートの曲げ強度試験結果 (W/C50%)

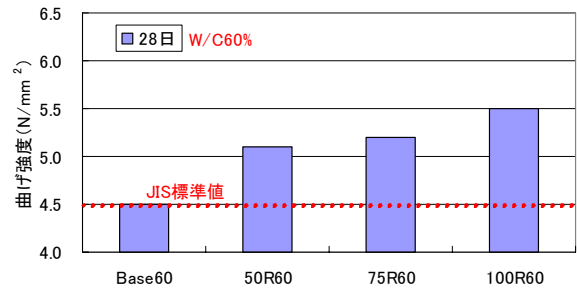


図-6 AE コンクリートの曲げ強度試験結果 (W/C60%)

度の空気量を維持するには、珪灰混入量を増加させる配合についても SP 添加量, AE 剤添加量を適量用いることで制御可能であることが明らかとなった。

(2) 硬化性状

圧縮強度試験結果を図-5 に示す。全ての配合において材齢とともに圧縮強度が増加している。珪灰混入コンクリートに関しては、珪灰混入量が増えるほど圧縮強度が増加する結果となった。また、各材齢ごとで比較すると、材齢が長くなるほど圧縮強度が増進することが明らかとなった。静弾性係数試験結果より、全ての配合において圧縮強度増加に伴う静弾性係数の増加が確認された。表-4 および表-5 の配合より珪灰混入 AE コンクリートの静弾性係数と圧縮強度の関係は、普通コンクリートと同様の傾向があることが明らかとなった。

曲げ強度試験結果を図-6 に示す。全ての配合において舗装コンクリートの設計基準曲げ強度である 4.5N/mm^2 (JIS A 1106-1999) を超えていることから、強度の観点から、W/C60%でも珪灰混入コンクリートを舗装コンクリートとして使用することに何ら問題ないと言える。

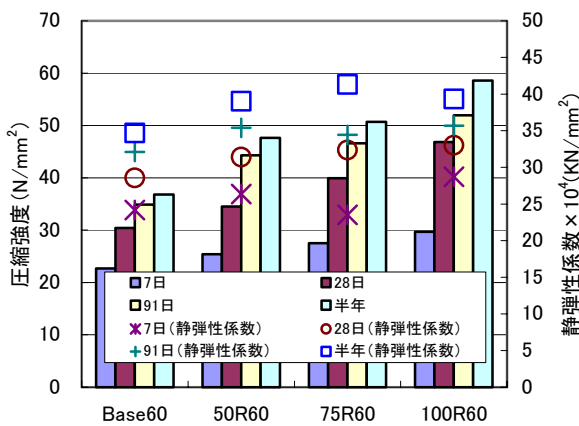


図-5 AE コンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係 (W/C60%によるワーカビリティの改善)

7. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) モルタルのフロー試験および強度試験結果より、練混ぜ時間は 6 分から 8 分が最も流動性が良い。
- (2) AE コンクリートのスランプ試験結果より、AE 剤を使用したことによりフレッシュコンクリートの流動性が増し目標スランプを得たことから、RHA1 の施工性は空気量による制御が可能であることが明らかとなった。
- (3) AE コンクリートの空気量試験結果より、4.5%程度の空気量を維持するには、珪灰混入量を増加させるにしたがい SP 添加量, AE 剤添加量を増加する必要があることが確認された。
- (4) AE コンクリートの圧縮強度試験結果より、珪灰を混入したコンクリートは材齢とともに強度が増進することが明らかとなった。特に、材齢 28 日から 91 日にかけて強度が著しく増進することが明らかとなった。
- (5) AE コンクリートの曲げ強度試験結果より、全ての配合において舗装コンクリートの設計基準曲げ強度である 4.5N/mm^2 (JIS に準拠) を超えていることから、強度の観点から、珪灰混入コンクリートを舗装コンクリートとして使用することが可能である。

参考文献

- 1) 中嶋清実, 河野伊知郎ほか: コンクリート用混和材としてのもみがら灰の利用について, コンクリート工学年次論文報告集, vol.16, pp.419-424, 1994.6
- 2) 西松建設(株) 技術研究所: 珪灰コンクリートの研究開発について, 2005
- 3) 佐藤幸三ほか: コンクリート用混和材としてのもみがら灰の利用に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20, No.2, pp.193-198, 1998
- 4) 梶原教裕ほか: 火力発電所より排出される珪灰の有効利用に関する基礎的研究, セメントコンクリート論文集 No.61, pp.565-571, 2007