

論文 超高強度グラウトの各種物性に関する研究

淵田 安浩^{*1}・一瀬 賢一^{*2}・齋藤 賢^{*3}

要旨：水結合材比 16.5～20.0%の範囲で、セメント種類（2 品種）および細骨材種（3 品種）の組合せにて試験練りを行い、中庸熟ポルトランドセメントにジルコニア起源シリカ質微粉末および膨張材を添加し、細骨材に Al₂O₃ 骨材を用いた調合にて、フレッシュ性状および硬化物性に関する試験を行った。その結果、ワーカビリティに優れ、150N/mm²の圧縮強度を確保できるモルタルを提案した。また、乾燥収縮ひずみも 500×10⁻⁶程度であり、耐久性にも優れていることを確認した。

キーワード：超高強度グラウト、ジルコニア起源シリカ質微粉末、Al₂O₃系特殊骨材

1. はじめに

近年、海外の再開発のみならず、国内においても、40層を超える超高層集合住宅が建設されている。この際に適用されるコンクリートは、居住性などの面から剛性を高めるため、鉄筋コンクリート造の採用が多く、設計基準強度 120N/mm²を超える超高強度コンクリートも使用されることがある。また、超高層建物であるにも関わらず、短工期を求められることが多く、施工性の面からプレキャストコンクリート部材（PCa 部材）が適用され、タクト工程に基づいて躯体工事を行われることがある。現在のところ、120N/mm²級まで対応可能なグラウトが市販されているが、更に高い強度を保証する超高強度グラウトは、まだ市販されていない。そういった理由から、120N/mm²級を超える PCa 部材を現場で一体化させる工法は一般化していない。

本論文では、設計基準強度 120N/mm²を超える PCa 部材を採用する際に、目地・主筋貫通口および鉄筋継手に適用できる超高強度グラウトの開発を目的として、実験を行った。まず、水結合材比 16.5～20.0%の範囲で、セメント種類（2 品種）および細骨材種（3 品種）の組合せにて試験練りを行い、フレッシュ性状および強度発現性状の基礎物性の確認を行った。次に、それらの調合の中から、設計基準強度 150N/mm²を満足できるグラウトを選定し、各種物性について、比較・検討を行った。

2. 最適調合の検討

2.1 使用材料と組合せ

試験練りは、水結合材比 16.5～20.0%の範囲で、セメントに中庸熟ポルトランドセメント（C1）・膨張材（EX）および細骨材に Al₂O₃系特殊骨材（S2）をベースとした

組合せにて試験練りを行った。表 - 1 にグラウトの使用材料の組合せを示す。膨張材は、単体量 30kg/m³として混和した。共通して使用した材料は、ジルコニア起源シリカ質微粉末（ZFF）および高性能減水剤（ポリカルボン酸系化合物）（Ad）である。高性能減水剤は、結合材（B）に対して 1.1～1.5%添加した。その他、検討を加えた材料は、セメントに低熟ポルトランドセメント（C2）、細骨材に珪砂（S1）と安山岩砕砂（S3）、添加材にステンレスカットワイヤー（長さ 0.8mm、密度 7.93g/cm³）（ST）である。ジルコニア起源シリカ質微粉末（ZFF）は、電融ジルコニア製造における副産物であり、SiO₂を主成分とし、その他はジルコニアを 3～5%含み、MgO や SO₃はほとんど含まれない。また、比表面積は 10m²/g 以下とシリカフュームより小さく、平均粒形は 1μm 程度でシリカフュームに比べて大きいことが特徴である¹⁾。

練混ぜは、モルタルミキサにて、JIS R 5201「セメントの物理試験方法」に準じて行い、細骨材以外の材料を一括投入し 60 秒練混ぜ後、細骨材を投入し 60 秒練混ぜ、掻き落とし・静置後、高速攪伴 30 秒とした。

表 - 1 グラウトの使用材料

| 種類 | 記号 | 品 質 他 |
|---------|-----|---|
| セメント | C1 | 中庸熟ポルトランドセメント（密度 3.21g/cm ³ ） |
| | C2 | 低熟ポルトランドセメント（密度 3.22g/cm ³ ） |
| シリカフューム | ZFF | ジルコニア起源シリカ質微粉末、密度 2.30g/cm ³ |
| 膨張材 | EX | 石灰系、密度 3.19g/cm ³ |
| | S1 | 珪砂 7号、密度 2.60g/cm ³ 、粗粒率 1.4 |
| 細骨材 | S2 | Al ₂ O ₃ 系特殊骨材、表乾密度 3.39g/cm ³ 、2.5mm 以下を使用、粗粒率 3.91 |
| | S3 | 安山岩砕砂、表乾密度 2.63g/cm ³ 、2.5mm 以下を使用、粗粒率 2.69 |
| 添加材 | ST | ステンレスカットワイヤー、長さ 0.8mm、密度 7.93g/cm ³ 、0.097kg/m ³ 添加 |
| 混和剤 | Ad | 高性能減水剤（ポリカルボン酸系化合物） |
| | 消泡剤 | 消泡剤（10 倍液） |

*1（株）大林組 技術本部技術研究所 生産技術研究部 副主査 工修（正会員）

*2（株）大林組 技術本部技術研究所 生産技術研究部 上席研究員 博士（工学）（正会員）

*3 日本シーカ（株） 技術研究所 コンクリート 混和剤グループ マネージャー（正会員）

表 - 2 にグラウトの調合組合せおよび表 - 3 に測定項目と測定方法を示す。水結合材比 (W/B) は 16.5 ~ 20.0%, 細骨材結合材比 (S/B) は 0 ~ 0.6 とした。また, ジルコニア起源シリカ質微粉末 (ZFF) は, 結合材の 15% を基本として, 一部 20% も比較した。目標性能は, モルタルフローが 30cm 程度とし, J_{14} ロート流下時間は参考として測定した。硬化性状は, 材齢 28 日圧縮強度が 150N/mm^2 以上とした。

2.2 フレッシュ性状

表 - 4 にフレッシュ性状の一覧を示す。図 - 1 に水結合材比とモルタルフローの関係, 図 - 2 に水結合材比と J_{14} ロート流下時間の関係 図 - 3 にモルタルフローと J_{14} ロート流下時間の関係および図 - 4 に水結合材比とフレッシュ時の単位容積質量の関係を示す。なお, 試験練りは, 大きく 4 回に分けて行った。

第 1 回目の試験は, No.1 ~ No.8 で細骨材 (S)・水結合材比 (W/B) および細骨材結合材比 (S/B) の組合せとした。細骨材結合材比 (S/B) については, 0.6 より 0.4 を採用した方が, 若干流動性が良かった。

第 2 回目の試験は, No.9 ~ No.15 で細骨材 (S)・細骨材結合材比 (S/B)・膨張材混入率 (ZFF/B) およびステンレスファイバー (ST) の組合せとした。細骨材結合材比 (S/B) は 0.3 より 0.4 の方が, 流動性が若干良かった。 J_{14} ロート流下時間は, 安山岩砕石 (S3) より Al_2O_3 系特殊骨材 (S2) を用いた場合の方が, 流動性が良かった。

第 3 回目の試験は, No.16 ~ No.21 でセメント (B) および細骨材結合材比 (S/B) の比較を行った。低熱ポルトランドセメント (C2) を用いた方が, 中庸熱ポルトランドセメント (C1) より流動性は良かった。

第 4 回目の試験は, No.22 ~ No.25 で水結合材比 (W/B) を 2 水準および細骨材結合材比 (S/B) を 2 水準とした。 J_{14} ロート流下時間は, 水結合材比 (W/B) が 17.7% より 19.7% の方が短く, 良好であった。細骨材結合材比 (S/B) についての差異は見られなかった。

全体を通していえることは, 次の通りである。低熱ポルトランドセメント (C2) を使用した調合では, モルタルフローは大きく, J_{14} ロート流下時間は短く, 流動性に優れている。珪砂 (S1) を使用した調合は, 水結合材比 (W/B) 20% では, モルタルフローを確保できても, J_{14} ロート流下時間が極端に長い場合もあり, 安定したワーカビリティが得られないと判断した。一方, Al_2O_3 系特殊骨材 (S2) を用いた調合では, モルタルフローはおおむね $30 \pm 5\text{cm}$ の範囲となった。また, 安山岩 (S3) を使用した調合では, J_{14} ロート流下時間が Al_2O_3 系特殊骨材 (S2) に比べて随分長くなった。

表 - 2 グラウトの調合組合せ

| No. | W/B (%) | S/B | ZFF/B | 使用材料 | | | | | | | | |
|-----|---------|-----|-------|------|----|----|-----|----|----|----|----|----|
| | | | | W | B | | | EX | S | | | ST |
| | | | | | C1 | C2 | ZFF | | S1 | S2 | S3 | |
| 1 | 17.0 | 0.6 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 2 | 17.0 | 0.4 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 3 | 20.0 | 0.6 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 4 | 20.0 | 0.4 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 5 | 17.0 | 0.6 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 6 | 17.0 | 0.4 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 7 | 20.0 | 0.6 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 8 | 20.0 | 0.4 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 9 | 16.5 | 0.4 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 10 | 16.5 | 0.3 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 11 | 16.5 | 0.3 | 0.20 | | | - | | - | | - | - | - |
| 12 | 16.5 | 0.3 | 0.20 | | | - | | - | | - | - | - |
| 13 | 16.5 | 0.3 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 14 | 16.5 | 0.3 | 0.20 | | | - | | - | | - | - | - |
| 15 | 16.5 | 0.3 | 0.20 | | | - | | - | | - | - | - |
| 16 | 16.5 | 0 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 17 | 16.5 | 0.5 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 18 | 16.5 | 0.6 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 19 | 16.5 | 0 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 20 | 16.5 | 0.5 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 21 | 16.5 | 0.6 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 22 | 19.7 | 0.5 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 23 | 19.7 | 0.6 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 24 | 17.7 | 0.5 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |
| 25 | 17.7 | 0.6 | 0.15 | | | - | | - | | - | - | - |

表 - 3 測定項目と測定方法

| 測定項目 | 測定方法 |
|-----------------------|---------------------------------|
| モルタルフロー (0打) | JIS R-5201 に準ずる |
| J_{14} ロート流下時間 | JSCE-F531-1994 |
| 単位容積質量 | - |
| モルタル温度 (M.T.) | 棒状温度計 |
| 圧縮強度試験 (標準・封かん・60 水中) | JIS A 1108 50 × 100mm, 各 3 本 |

表 - 4 フレッシュ性状の一覧

| No. | モルタルフロー (0打) (cm × cm) | J_{14} ロート流下時間 (秒) | 単位容積質量 (g/cm^3) |
|-----|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | 22.1 × 22.1 | 136.0 | 2.370 |
| 2 | 22.8 × 24.9 | 129.0 | 2.340 |
| 3 | 33.4 × 32.8 | 37.5 | 2.360 |
| 4 | 36.6 × 35.8 | 48.3 | 2.347 |
| 5 | 27.9 × 28.3 | 56.5 | 2.610 |
| 6 | 30.5 × 29.1 | 50.8 | 2.550 |
| 7 | 34.8 × 34.5 | 26.4 | 2.550 |
| 8 | 33.8 × 33.7 | 22.6 | 2.516 |
| 9 | 30.5 × 30.5 | 42.8 | 2.532 |
| 10 | 30.0 × 29.5 | 59.9 | 2.464 |
| 11 | 25.0 × 26.5 | 58.4 | 2.433 |
| 12 | 23.5 × 23.0 | 90.4 | 2.441 |
| 13 | 27.0 × 26.0 | 134.7 | 2.356 |
| 14 | 26.5 × 28.0 | 95.3 | 2.337 |
| 15 | 26.0 × 28.0 | 59.2 | 2.350 |
| 16 | 26.0 × 26.5 | 48.2 | 2.337 |
| 17 | 23.0 × 23.5 | 75.6 | 2.565 |
| 18 | 25.0 × 25.5 | 80.3 | 2.595 |
| 19 | 35.0 × 35.0 | 29.5 | 2.345 |
| 20 | 37.5 × 35.0 | 40.0 | 2.588 |
| 21 | 35.0 × 35.0 | 43.6 | 2.640 |
| 22 | 34.0 × 33.5 | 25.5 | 2.507 |
| 23 | 35.0 × 35.0 | 22.7 | 2.559 |
| 24 | 29.5 × 30.0 | 39.1 | 2.546 |
| 25 | 29.5 × 30.0 | 43.1 | 2.592 |

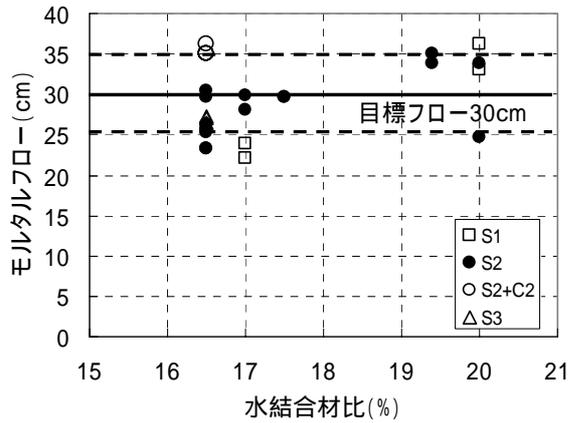


図 - 1 水結合材比とモルタルフローの関係

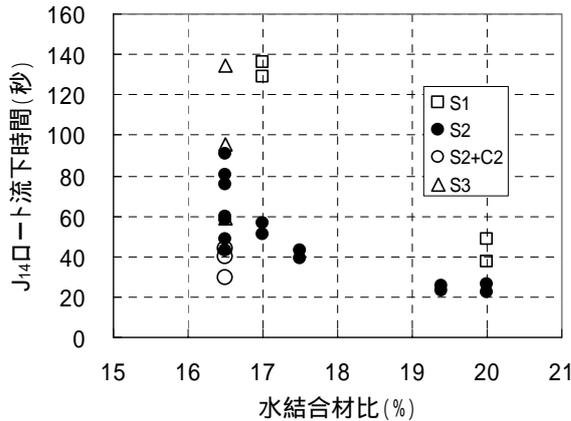


図 - 2 水結合材比と J₁₄ ロート流下時間の関係

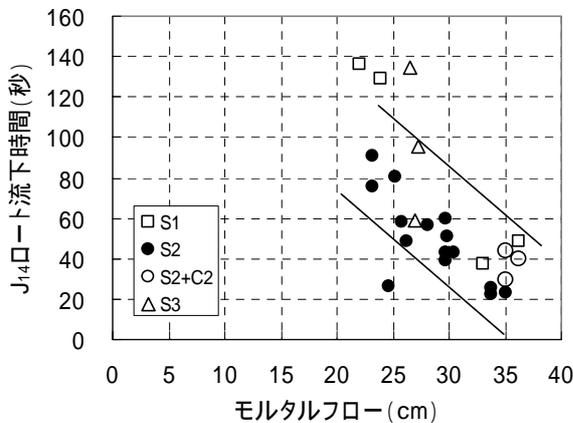


図 - 3 モルタルフローと J₁₄ ロート流下時間の関係

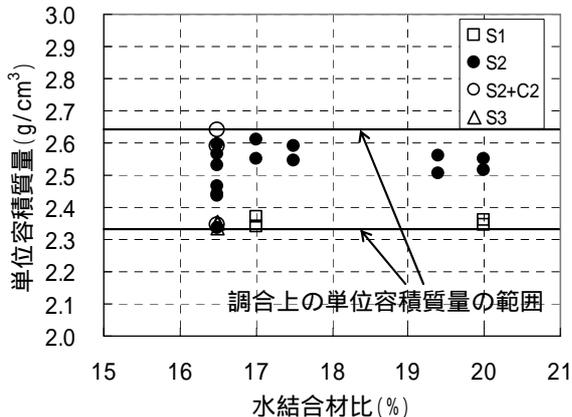


図 - 4 水結合材比と単位容積質量の関係

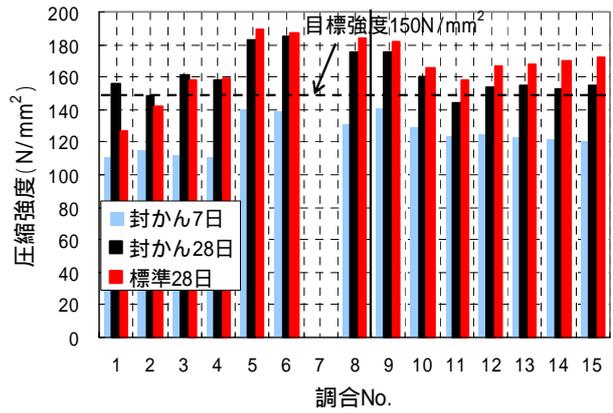


図 - 5 調査毎の圧縮強度 (No.1 ~ No.15)

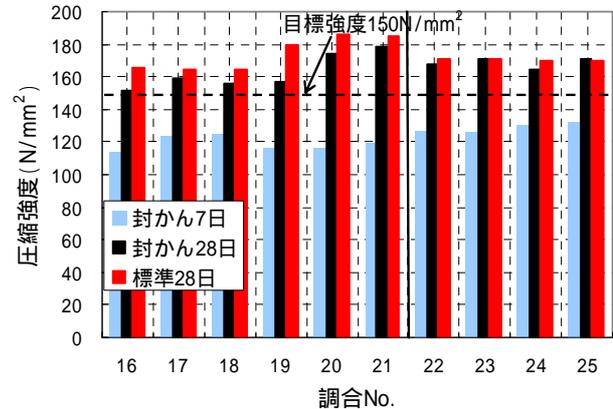


図 - 6 調査毎の圧縮強度 (No.16 ~ No.25)

J₁₄ ロート流下時間は、水結合材比 (W/B) が大きくなるほど短くなり、モルタルフローが大きいものほど短くなる傾向であった。フレッシュ時の単位容積質量では、計算上の単位容積質量と比較して、珪砂 (S1) を使用した調査では小さく、低熱ポルトランドセメント (C2) を使用した調査では大きい傾向となった。単位容積質量の標準偏差は 0.086g/cm³ であり、ばらつきは小さいものと判断できる。

2.3 硬化性状

図 - 5 および図 - 6 に調査毎の圧縮強度を示す。フレッシュ性状と同様に、試験練りごとの考察を述べる。第 1 回目の試験 (No.1 ~ No.8) では、Al₂O₃ 系特殊骨材 (S2) を用いた方が、珪砂 (S1) よりも圧縮強度が高い。第 2 回目の試験 (No.9 ~ No.15) では、Al₂O₃ 系特殊骨材 (S2) と安山岩砕石 (S3) との強度差は認められなかった。第 3 回目の試験 (No.16 ~ No.21) では、中庸熱ポルトランドセメント (C1) よりも低熱ポルトランドセメント (C2) を用いた方が高い強度を示した。しかし、冬期における初期強度発現までの養生が困難となるので、現場調査への採用を見送ることとした。第 4 回目の試験 (No.22 ~ No.25) では、いずれの調査においても 150N/mm² を確保でき、大きな強度差はないので、コストパフォーマンス

の面から，現場調査を定めることとした。

試験練り全体を通しては，No.1,2 および No.11 を除けば，材齢 28 日(封かん)で 150N/mm² を確保した。また，標準養生においても，No.1 および No.2 を除けば，150N/mm² を確保することができた。

図 - 7 に水結合材比と封かん養生 7 日強度比 (R_{7H}) の関係および図 - 8 に水結合材比と標準養生 28 日強度比 (R_{28S}) の関係を示す。ここで，それぞれの強度比の定義を下記に示す。いずれも圧縮強度に基づく比率である。

$$R_{7H} = \frac{28H}{7H} \quad (1)$$

$$R_{28S} = \frac{28H}{28S} \quad (2)$$

R_{7H}：封かん養生 7 日強度比

R_{28S}：標準養生 28 日強度比

i_H：封かん養生 i 日強度 (i=7,28)

2_{8S}：標準養生 28 日強度

封かん養生材齢 7 日圧縮強度をベースとして比較すると，材齢 7 日から材齢 28 日への強度の伸びは，概ね 20 ~ 45% であり，材齢 7 日で 120N/mm² 以上確保できると，150N/mm² を満足することがわかる。Al₂O₃ 系特殊骨材 (S2) の場合約 28% 上昇している。Al₂O₃ 系特殊骨材の材齢 7 日,28 日の圧縮強度は，それぞれ 128.9,165.4N/mm² であった。

Al₂O₃ 系特殊骨材 (S2) では，標準養生 28 日強度比 (R_{28H}) は，珪砂 (S1) の一部を除いて，概ね 1.0 以下を示しており，標準養生 28 日強度に比べて封かん養生 28 日強度が若干低いことがわかった。また，標準養生 28 日強度比 (R_{28H}) の平均値は 0.96 (標準偏差 0.03) を示した。

以上のことから，一部の調査を除いて，水結合材比 16.5 ~ 20.0% の範囲において，封かん養生圧縮強度で，150N/mm² を超える強度が確認できた。後半では，これらの調査の中から水結合材比 19.7% および 17.7% の調査を選定し，主に力学的性状，乾燥収縮および耐久性に関する諸性状を確認した。

3. 現場調査の検討

3.1 使用材料と組合せ

調査は，表 - 2 に示した No.22 (以下 A 調査，W/B=19.7% ,S/B=0.5 ,ZFF/B=0.15,EX=30kg/m³) と No.24 (以下 B 調査,W/B=17.7% ,S/B=0.5 ,ZFF/B=0.15,EX=30kg/m³) とした。セメントは中庸熟ポルトランドセメント (C1) を使用し，混和材にはジルコニア起源シリカ質微粉末 (ZFF) と膨張材 (EX)，細骨材には Al₂O₃ 系特殊骨材 (S2) を使用した。また，化学混和剤には，ポリカルボン酸系高性能減水剤 (Ad) とした。

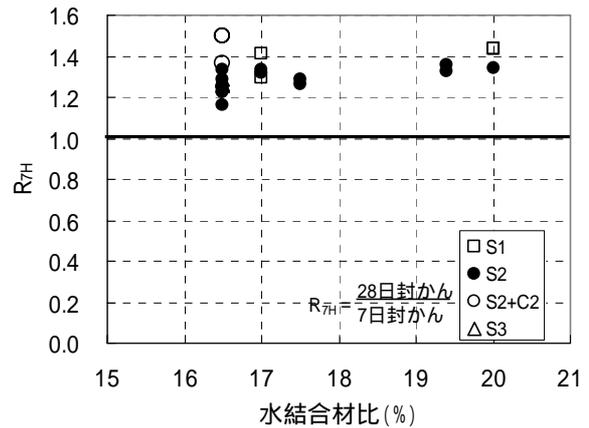


図 - 7 水結合材比と R_{7H} の関係

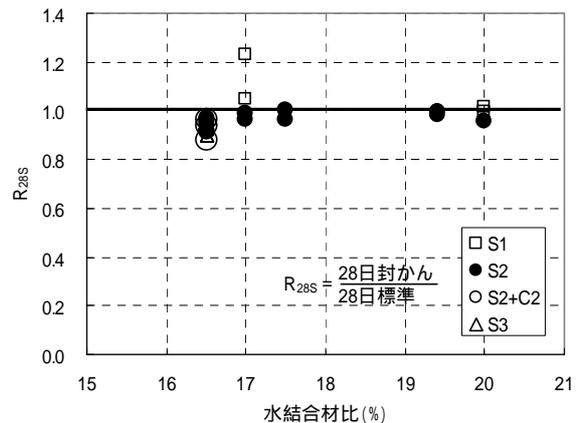


図 - 8 水結合材比と R_{28S} の関係

表 - 5 測定項目と測定方法

| 測定項目 | 測定方法 |
|---------------------------------|--|
| モルタルフロー (0 打) | JIS R-5201 に準ずる |
| J ₁₄ ロート流下時間 | JSCE-F531-1994 |
| 空気量 | JIS A 1128 |
| 単位容積質量 | - |
| モルタル温度 (M.T.) | 棒状温度計 |
| 圧縮強度試験 (水中(10・20・60)・気中(20)) | JIS A 1108 50 × 100mm, 各 3 本 |
| 曲げ強度試験 (水中(20)・気中(20)) | JIS A 1106 100 × 100 × 400mm, 各 3 本 |
| 割裂引張強度試験 (水中(20)・気中(20)) | JIS A 1113 50 × 100mm, 各 3 本 |
| 静弾性係数試験 (封かん(20)) | JIS A 1149 100 × 200, 各 3 本 |
| 乾燥収縮ひずみ | コンタクトゲージ法 100 × 100 × 400mm |
| 凍結融解抵抗性試験 | JIS A 1148 100 × 100 × 400mm |
| 促進中性化試験 | JIS A 1153 100 × 100 × 400mm |

表 - 6 フレッシュ性状の一覧

| 調査No. | モルタルフロー(0打) (cm × cm) | J ₁₄ ロート流下時間 (秒) | 空気量 (%) | 単位容積質量 (g/cm ³) | |
|--------------|--------------------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|-------|
| A (No.22) | -1 | 28.0 × 28.0 | 42.6 | 2.0 | 2.557 |
| | -2 | 26.5 × 26.0 | 45.3 | 2.1 | 2.537 |
| | -3 | 27.0 × 27.0 | 50.2 | 2.2 | 2.517 |
| B (No.24) | -1 | 27.5 × 27.0 | 51.6 | 1.9 | 2.546 |
| | -2 | 22.6 × 23.0 | 72.9 | 2.6 | 2.577 |
| | -3 | 23.3 × 23.3 | 72.2 | 2.5 | 2.567 |

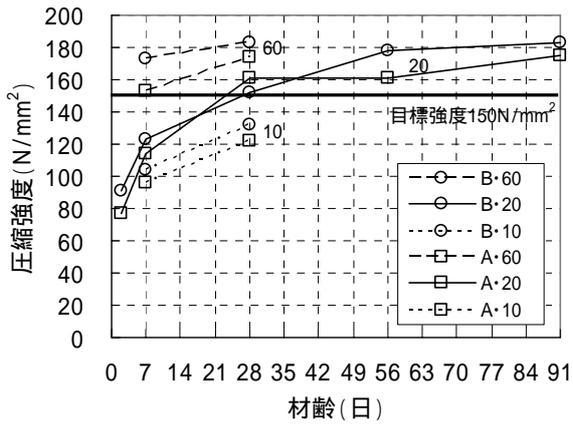


図 - 9 各養生条件毎の圧縮強度の変化

フレッシュ性状の目標値は、モルタルフロー $25 \pm 5\text{cm}$ 、空気量 $2 \pm 0.5\%$ とし、バッチごとに混和剤量(Ad)を調整した。なお、硬化後の目標値は、圧縮強度 150N/mm^2 以上とした。

練混ぜは、パン型ミキサにて、水以外の材料を一括投入し30秒空練り後、水を投入し60秒練混ぜ、掻き落とし後、30秒練混ぜとした。

表 - 5 に測定項目と測定方法を示す。バッチ毎のフレッシュ性状および強度発現性状の確認を行った。養生条件は、圧縮強度は水中10・20・60の3水準および気中(20)養生とし、曲げおよび割裂引張強度はそれぞれ水中(20)および気中(20)養生とした。静弾性係数は、封かん(20)養生とした。試験体は、圧縮および割裂引張強度試験に 50×100 を各3本、静弾性係数試験に 100×200 を各3本、曲げ・乾燥収縮・凍結融解抵抗性および促進中性化試験に $100 \times 100 \times 400\text{mm}$ 試験体を用いた。

3.2 フレッシュ性状

表 - 6 にフレッシュ性状の一覧を示す。いずれのバッチにおいても、モルタルフローの目標値 $25 \pm 5\text{cm}$ 、空気量 $2 \pm 0.5\%$ を満足しており、良好なワーカビリティを示した。しかし、 J_{14} ロート流下時間は、調合A(No.22)の場合、 $42.6 \sim 50.2$ 秒、調合B(No.24)の場合、 $51.6 \sim 72.9$ 秒と試験練りに比べて長くなった。これは、一度に練る量が増え、ミキサを変えたため、練混ぜ性能が低下したことによると思われる。

3.3 力学的性状

図 - 9 に水中養生の各養生温度毎の圧縮強度の変化を示す。圧縮強度は、試験練りに比べて強度発現は悪いものの材齢28日において、 150N/mm^2 を満足した。強度発現が悪い原因としては、ミキサの違いによる練混ぜ性能の影響と考えられる。また、養生温度が高いほど、初期強度の伸びが大きいことがわかる。

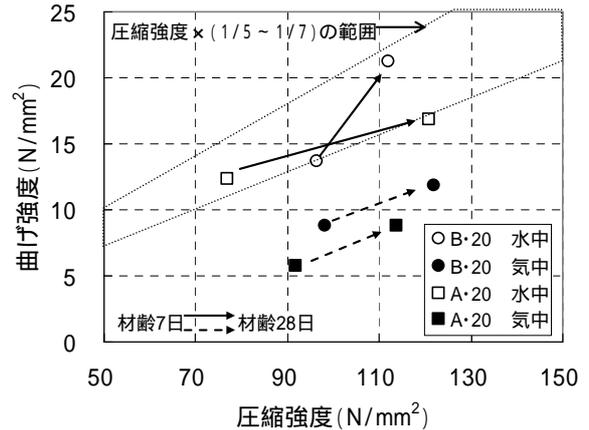


図 - 10 圧縮強度と曲げ強度の関係

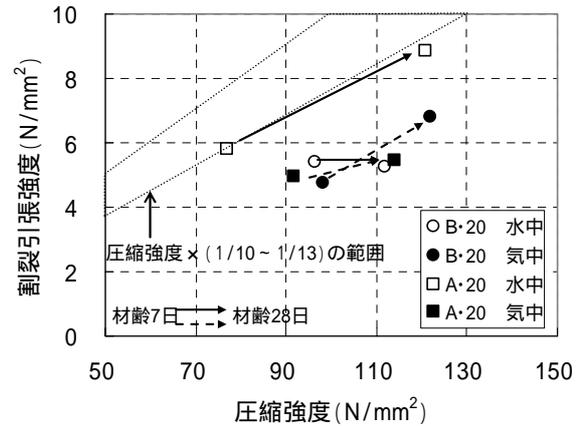


図 - 11 圧縮強度と割裂引張強度の関係

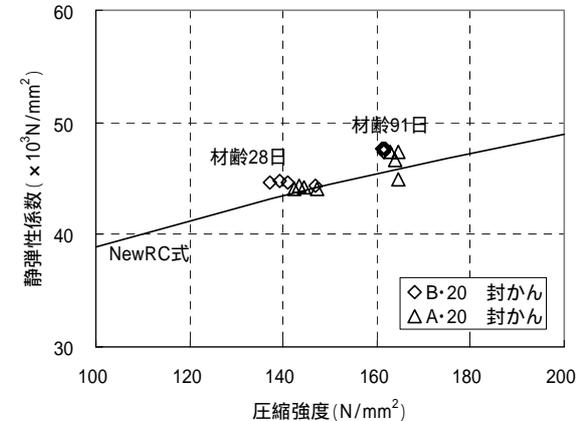


図 - 12 圧縮強度と静弾性係数の関係

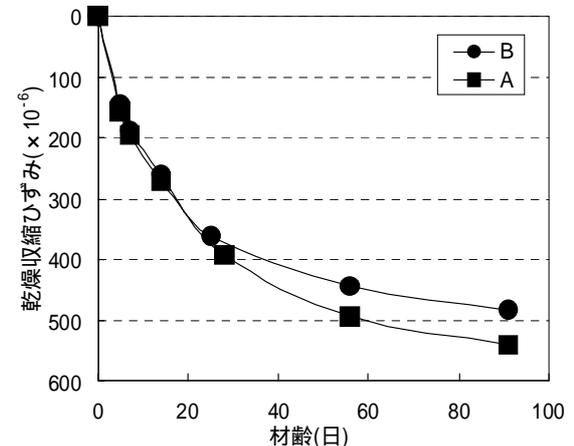


図 - 13 乾燥収縮ひずみ

図 - 1 0 に圧縮強度と曲げ強度の関係, 図 - 1 1 に圧縮強度と割裂引張強度の関係, 図 - 1 2 に圧縮強度と静弾性係数の関係を示す。図 - 1 0 および図 - 1 1 においては, 材齢 7 日から 28 日の伸びを矢印にて示す。普通強度のコンクリートの場合, 曲げ強度は圧縮強度の 1/5 ~ 1/7 と言われているが, 水中養生では普通コンクリートと同程度であるが, 気中養生では圧縮強度の 1/10 程度である。また, 割裂引張強度も, 普通コンクリートに比べて強度比が小さいことがわかった。

静弾性係数では, 図中に次の NewRC 式²⁾を記した。

$$E = 33.5 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot (f_c / 24)^2 \cdot (f_c / 60)^{1/3} \quad (3)$$

f_c : コンクリートの圧縮強度 (N/mm^2)

k_1 : コンクリートの単位容積重量 ($25kN/m^3$)

$k_1 \cdot k_2$: いずれも 0.95 とする

静弾性係数は, 調合 A, B ともに NewRC 式で表せることがわかった。圧縮強度は, 試験練りでは, 調合 A, B ともに材齢 28 日で $150N/mm^2$ を満足したが, 本実験では若干低く, 材齢 91 日標準養生にて $150N/mm^2$ 以上を確保した。

3.4 乾燥収縮

図 - 1 3 に乾燥収縮ひずみを示す。材齢 91 日時点では, 調合 B では 483×10^{-6} , 調合 A では 541×10^{-6} であり, コンクリートの乾燥収縮ひずみより小さいことがわかる。また, 膨張材を使用しているため, 材齢初期の膨張も期待できる。自己収縮も取り込む必要はあるが, 今後の検討としたい。

3.5 耐久性

図 - 1 4 に相対動弾性係数の変化および図 - 1 5 に質量減少率を示す。凍結融解抵抗性を確認するために行った相対動弾性係数では, どちらの調合も, 300 サイクル終了後においても劣化は認められず, ほぼ 100% を示した。また, 促進中性化試験についても促進材齢 6 ヶ月においても中性化深さは, 0 (ゼロ) mm であった。

4. まとめ

本論文では, 設計基準強度 $150N/mm^2$ を超える PCa 部材に適用できる超高強度グラウトの開発を目的として, 水結合材比 16.5 ~ 20.0% の範囲の試験練りに基づき, 水結合材比 19.7%, 17.7% の調合において, 各種物性について確認を行った結果, 以下のような知見を得た。

- (1) 中庸熱ポルトランドセメントにジルコニア起源シリカ質微粉末および膨張材を添加し, 細骨材に Al_2O_3 系特殊骨材を用いる。

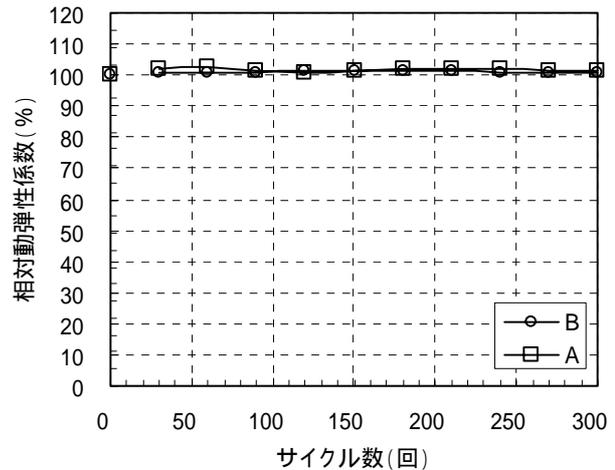


図 - 1 4 相対動弾性係数の変化

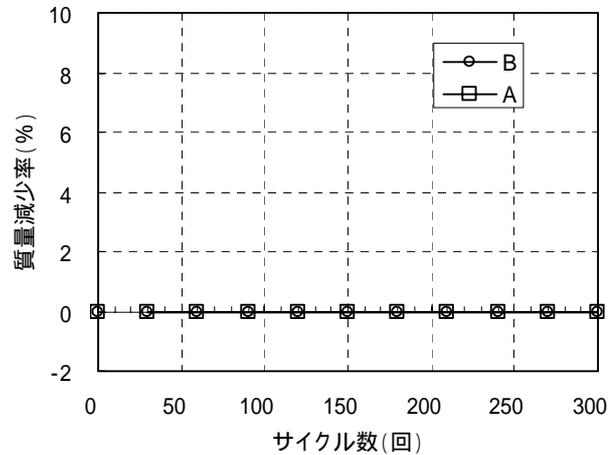


図 - 1 5 質量減少率の変化

- (2) 0 打モルタルフローにて $25 \pm 5cm$, 空気量 $2 \pm 0.5\%$ のフレッシュ性状を確保することができた。
- (3) 材齢 56 日標準養生強度にて $150N/mm^2$ 以上を確保できた。
- (4) 乾燥収縮ひずみは 500×10^{-6} 程度であり, 耐久性(凍結融解抵抗性, 中性化)も優れている。

参考文献

- 1) 神代泰道ほか: ジルコニア起源シリカ質微粉末混合セメントを用いた超高強度コンクリートの性状, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.1, pp.1057-1062, 2005.7
- 2) 建設省総合技術開発プロジェクト: 鉄筋コンクリート造建築物の超軽量・超高層化技術の開発, (財)国土開発技術センター, 1988 ~ 1992