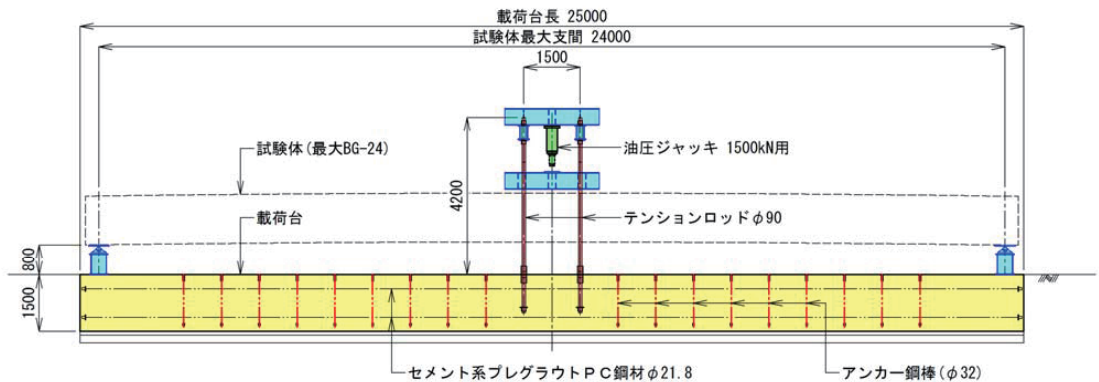


分級フライアッシュ混和コンクリートを用いた大型構造物載荷試験装置の施工

オリエンタル白石(株) 正会員 博(工) ○角本 周
 金沢大学 正会員 工博 鳥居 和之
 金沢大学 博(工) 深田 宰史
 北川物産(株) 田中 勇

1. はじめに

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の課題「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」に採択された「コンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネジメントシステムの開発」では、北陸地方の道路インフラを対象に、点検・診断、モニタリング、評価判定、対策・更新における一連の技術開発とメンテナンスマネジメントシステムの構築を目標としている。そこで、構造性能を評価できるモニタリング方法の検討を行うために、撤去桁や劣化促進試験体などの破壊試験が可能な大型構造物載荷試験装置を金沢大学に設置した。さらに、北陸地方ではアルカリシリカ反応や塩害による劣化が顕著であることから、その抑制対策として期待されるフライアッシュの利用を促進するために、載荷台に



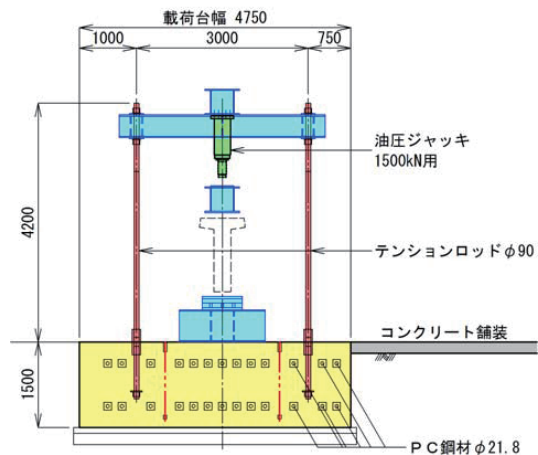
図－1 大型構造物載荷試験装置の側面図

は早強セメントに分級フライアッシュⅡ種を15%内割り置換したコンクリートを使用し^{1), 2)}, その性状を確認した。本文は、この大型構造物載荷試験装置の概要とともに、使用したコンクリートのフレッシュ性状や強度発現等を報告するものである。

2. 大型構造物載荷試験装置の概要

大型構造物載荷試験装置 (図－1, 図－2) は、試験体の輸送上の制約を考慮して、JIS A 5373の推奨仕様であるBG24 (プレテンション方式T桁橋, 支間24m) を最大の試験体として想定し、その破壊荷重までで載荷可能な構造とした。

油圧ジャッキは、BG24の設計上の破壊荷重である約800kNに対して、材料の過強度などを考慮して最大能力を1500kNとした。また、載荷台から油圧ジャ



図－2 大型構造物載荷試験装置の断面図

ツキまでの寸法は、BG24の桁高，そりおよび計算上の終局変位を考慮して設定した。

載荷台は、BG24の試験体に油圧ジャッキの最大荷重を作用させた場合でも、引張応力度が設計上の引張強度以下となり、また、載荷台の曲げ変形が1mm以下となる断面寸法とした。さらに、載荷台には、ひび割れに対する安全性を向上するために、長手方向にプレストレスを導入した。ここで、載荷台はマスコンクリートであるが、フライアッシュを混和したコンクリートを想定した温度解析では最高温度が60℃程度となったことから³⁾、工程を短縮するためにセメント系プレグラウトPC鋼材を使用した(写真-1)。

大型構造物載荷試験装置は、この他、試験体搬入用のコンクリート舗装、計測室、電動ポンプ、門形クレーン等で構成されている。

3. フライアッシュ混和コンクリートの性状

3.1 コンクリートの配合

使用したコンクリートの配合表を、表-1に示す。本配合は、呼び強度の保証材齢を7日とした配合である。配合条件は、呼び強度30N/mm²、目標スランプ12cm、粗骨材最大寸法を25mmとした。セメントには早強ポルトランドセメントを用い、北陸電力(株)の七尾大田火力発電所で製造された分級フライアッシュ(JIS A 6201, II種品)を内割りで15%混和した(以下、H+FA配合)^{1), 2)}。また、載荷台のコンクリート打設時には、同一環境条件での性状を比較するために、表-1に示す早強セメント単味のコンクリート(以下、H単味配合)も製造して現場でフレッシュ性状を測定するとともに、圧縮試験などの供試体を採取した。

3.2 フレッシュ性状

載荷台のコンクリートは、日平均気温が4℃以下(打設時の最低気温1℃)の寒中コンクリートの施工となった。



写真-1 載荷台(コンクリート打設前)

表-1 コンクリートの配合

| 配合 | 水結合材比 W/B(%) | 細骨材率 S/A(%) | 単位量(kg/m ³) | | | | |
|------|-----------------|----------------|-------------------------|----|-----|-----|-----|
| | | | C | FA | W | S | G |
| H+FA | 42.9 | 44.4 | 305 | 54 | 154 | 779 | 989 |
| H単味 | 48.3 | 45.5 | 325 | - | 157 | 812 | 987 |



写真-2 コンクリートの打設状況

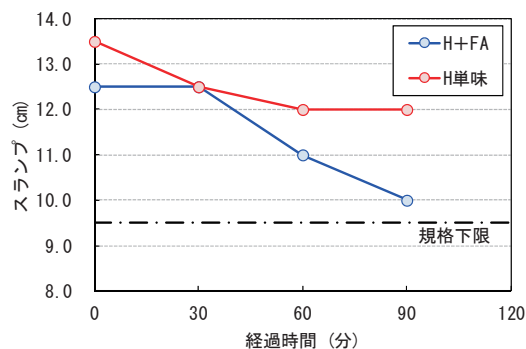


図-3 スランプの経時変化

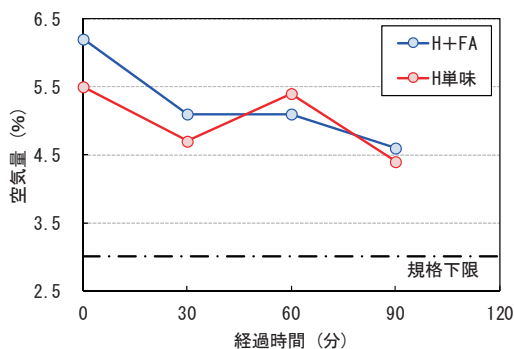


図-4 空気量の経時変化

写真-2に、コンクリートの打設状況を示す。また、図-3にスランブの経時変化を、図-4に空気量の経時変化をH+FA配合とH単味配合とを比較して示す。写真-2に示すように、H+FA配合は流動性も優れ、材料分離やブリージングもほとんど生じない性状であった。また、練り上がりから60分後まではスランブおよび空気量とも減少量が小さく、H単味配合と比較してもフレッシュ性状には明確な差が認められないことから、H+FA配合はワーカビリティが良好なコンクリートであると判断される。

3.3 強度発現, 収縮性, 温度変化

材齢と圧縮強度との関係を、図-5に示す。H+FA配合は、H単味配合と同程度に初期強度が発現する結果となっている。従って、材齢3日程度で緊張強度に達することが求められる場所打ち施工のプレストレストコンクリート構造でも、H+FA配合を適用することが可能と考えられる。さらに、H+FA配合は、材齢7日以降もH単味配合に比べて強度が増加する傾向であった。

材齢と引張強度との関係を図-6に、長さ変化試験での変化率との関係を図-7に示す。引張強度の発現および長さ変化率は、H+FA配合とH単味配合で同等の結果であった。

簡易断熱試験の結果を、図-8に示す。初期材齢での温度上昇はH+FA配合とH単味配合とで同程度であるが、その後の温度の下降では、H+FA配合の方が若干緩やかになる結果となっている。

3.4 内部組織

フライアッシュコンクリートの内部組織を電界放射型走査電子顕微鏡 (FE-SEM) で観察した結果を、写真-3に示す。ここで、試験片は、材齢7日および28日で強度試験を実施した供試体から採取した。FE-SEMの画像から、材齢7日ではフライアッシュ粒子表面が平滑で、ポゾラン反応が進行していない粒子が比較的多く観察される。一方、材齢28日では粒子表面に反応相が形成され、粒子周囲には顆粒状の水和生成物が生成しているのが確認できる。また、粒径の小さな粒子 (直径2~3 μ m程度) ほどポゾラン反応の進行度が早

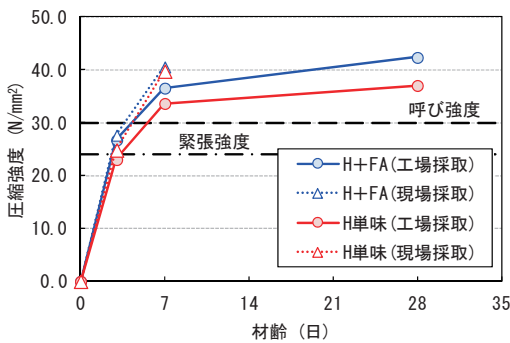


図-5 圧縮強度の発現

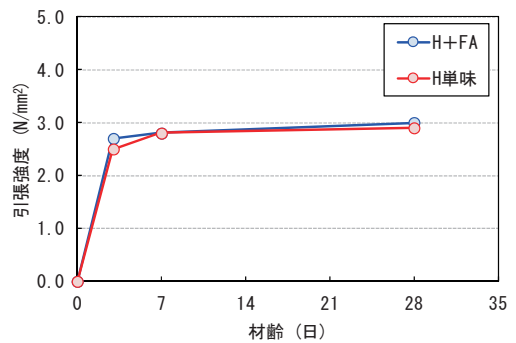


図-6 引張強度の発現

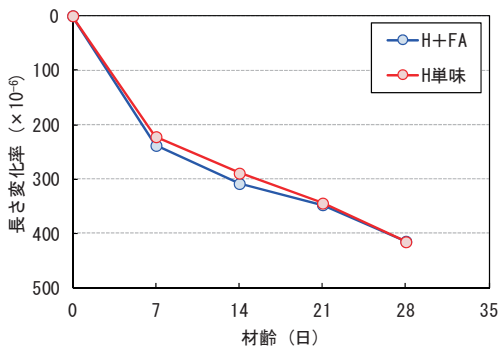


図-7 長さ変化試験結果

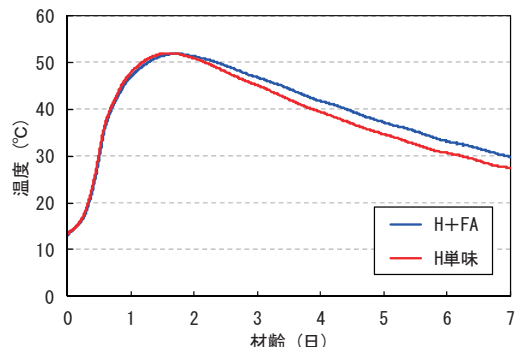


図-8 簡易断熱試験結果

いことも確認され、分級処理によりフライアッシュの反応性が改善されることが示唆できる。さらに、標準養生と気中養生とで差が無いことから、水分供給が一定ではない環境下でも、分級フライアッシュは早期に反応することが確認された。

4. まとめ

分級フライアッシュを混和したコンクリートを使用した載荷台は、材齢5日でPC鋼材を緊張したが(写真-4)、セメント系プレグラウト材の早期硬化も確認されず、所定の緊張力を導入できた³⁾。さらに、材齢75日が経過した時点でも、載荷台の表面にはひび割れが確認されておらず、ひび割れ抵抗性からも優れたコンクリートであると考えられる。分級フライアッシュを混和したコンクリートは、アルカリシリカ反応や塩害による劣化を抑制する有効な対策であることから、今回の施工が、今後の分級フライアッシュを混和したコンクリートの利用促進に参考になれば幸いである。

謝辞

本報告の大型構造物載荷試験装置(写真-5)は、SIPにおける「コンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネジメントシステムの開発」(研究開発責任者:鳥居和之金沢大学教授)の研究費により施工された。施工にご協力いただいた関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 橋本徹, 参納千夏男, 江田明孝, 鳥居和之: 北陸産分級フライアッシュを用いたコンクリートの配合と強度, コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No. 1, pp. 133-138, 2013
- 2) 板坂匠, Irfan Prasetia, 夢田茂生, 鳥居和之: 分級フライアッシュによるプレストレストコンクリートのASR抑制効果, コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No. 2, pp. 439-444, 2013
- 3) 伊藤始, 仕入裕也, 深田宰史, 参納千夏男: フライアッシュを添加したPCスラブの初期応力挙動に関する検討, 第24回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, 2015

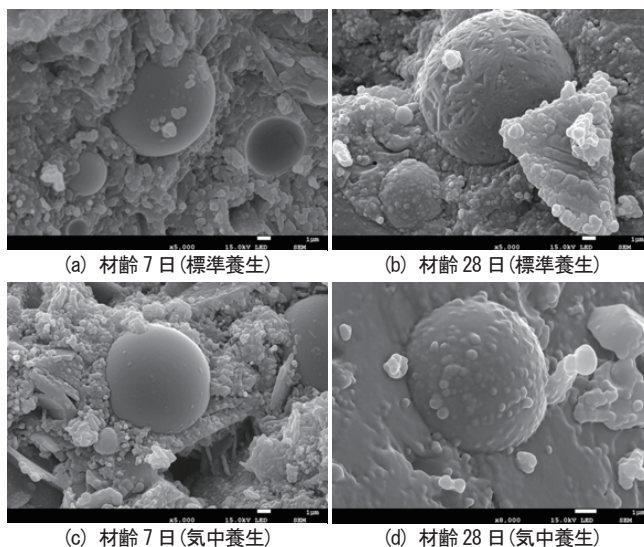


写真-3 内部組織のFE-SEM画像



写真-4 セメント系プレグラウト鋼材の緊張



写真-5 大型構造物載荷試験装置(全景)