

防水性を有する膨張材を用いたセメント硬化体の基礎物性に関する検討

デンカ株式会社 正会員 ○田中 館 悠登
 デンカ株式会社 非会員 本間 一也
 デンカ株式会社 正会員 伊藤 慎也
 デンカ株式会社 正会員 荒木 昭俊

1. 目的

コンクリート構造物の躯体防水工法として、従来からシリカ系¹⁾やエトリンガイト系²⁾などの防水性混和材が使用されている。これら混和材はコンクリートの防水性を高めるのに有効とされている一方で、JIS等で品質規格が定められていない課題がある。また、コンクリート構造物の防水性を担保するためには、発生する収縮を低減しひび割れを抑制することも重要となることから、防水性と膨張性を併せ持つコンクリートの開発が望まれている。本研究では、防水性能を有する新規の膨張材（以下、高防水型膨張材と称す）がセメント硬化体の性能に与える影響を確認することを目的とし、基礎物性および防水性能について検討を行った。

2. 試験概要

本研究で用いた高防水型膨張材の化学成分を表-1に示す。膨張性能についてはJIS A 6202「コンクリート用膨張材」に準拠した試験により、防水性能についてはコンクリートの透水試験（アウトプット法）により検討を実施した。本研究におけるコンクリート配合を表-2に示す。セメントは市販の普通ポルトランドセメント、骨材は新潟県姫川水系の川砂および川砂利を

使用した。混和剤としてリグニンスルホン酸およびポリカルボン酸複合系のAE減水剤を原液で、アルキルエーテル系のAE助剤を100倍希釈液として使用した。高防水型膨張材はセメントに対して外割り（砂置換）で添加した。高防水型膨張材の添加がフレッシュ性状に及ぼす影響を評価するため、混和剤の添加量は、各配合の高防水型膨張材を含めた結合材量に対してAE減水剤を0.7%、AE助剤を0.2%で統一した。

透水試験（アウトプット法）は、φ10×20 cmの供試体を用いた。材齢28日まで水中養生を行い、その後、7日間40℃恒温乾燥機にて恒量となるまで乾燥処理を行った。養生終了後、両端面の研磨処理を行い試験に用いた。試験は、1 MPaの水圧をかけ、恒量となった時点の透水量および透水時間から、透水係数を求めた。

3. 試験結果

表-3にJIS A 6202に準拠した試験の物理的性質に関する結果を示す。長さ変化率試験では、材齢7日で0.081%、材齢28日時点で0.040%と高い膨張性能を示し、収縮補償効果を有することが確認された。また、表-1に示す化学的性質と併せ、当該混和材はJIS A 6202

表-1 高防水型膨張材の化学成分 (mass%)

| SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | CaO | SO ₃ | MgO | R ₂ O | Cl | L.O.I |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----------------|-----|------------------|------|-------|
| 15.6 | 1.0 | 8.0 | 51.4 | 21.6 | 0.9 | 0.16 | 0.02 | 1.6 |

表-2 コンクリート配合

| 記号 | W/C (%) | s/a (%) | 単位量(kg/m ³) | | | | |
|-------|---------|---------|-------------------------|-----|----|-----|-----|
| | | | W | C | WP | S | G |
| Plain | 60.0 | 48.0 | 173 | 288 | 0 | 865 | 955 |
| WP10 | 60.0 | 47.7 | 173 | 288 | 10 | 855 | 956 |
| WP20 | 60.0 | 47.4 | 173 | 288 | 20 | 845 | 957 |
| WP30 | 60.0 | 47.1 | 173 | 288 | 30 | 835 | 958 |

表-3 高防水型膨張材の膨張性能

| 項目 | | 基準値 | 測定値 |
|----------------|------------------------------|-----------|-------|
| 粉末度 | 比表面積 (cm ² /g) | 2000 以上 | 5190 |
| | 1.2mm ふるい残分 (%) | 0.5 以下 | 0 |
| 凝結 | 始発 (min) | 60 以上 | 95 |
| | 終結 (h) | 10 以下 | 3 |
| 膨張性 (長さ変化率) | 材齢 7 日 (%) | 0.025 以上 | 0.081 |
| | 材齢 28 日 (%) | -0.015 以上 | 0.040 |
| 圧縮強さ | 材齢 3 日 (N/mm ²) | 12.5 以上 | 33.8 |
| | 材齢 7 日 (N/mm ²) | 22.5 以上 | 43.6 |
| | 材齢 28 日 (N/mm ²) | 42.5 以上 | 51.0 |

キーワード 高防水型膨張材, 防水性, JIS A 6202, 透水試験

連絡先 〒949-0393 新潟県糸魚川市大字青海 2209 デンカ株式会社 セメント・特混研究部 TEL025-562-6306

「コンクリート用膨張材」の規格値を全て満足するものであることが確認された。

図-1にコンクリートのフレッシュ性状測定結果を示す。混和剤の添加量を一定とし、高防水型膨張材の添加量を10~30 kg/m³と変化させた場合においても、混和材無添加の配合に比べて、スランプが±2.0 cm以内、空気量が±1.0%以内となった。このことから、当該混和材の添加によるフレッシュ性状への影響はほとんどないものと考えられる。図-2にコンクリートの圧縮強度の測定結果を示す。高防水型膨張材を添加した配合では、各材齢において混和材無添加の配合と同等以上の強度発現性を示すことが確認された。

図-3にJIS A 6202 付属書Bに準拠したコンクリートの長さ変化率試験結果を示す。添加量10 kg/m³では混和材無添加の配合と概ね同様な挙動を示しているが、添加量20 kg/m³以上で優位な膨張を示し、添加量30 kg/m³においては材齢7日で約220×10⁻⁶の膨張ひずみが確認された。これは、土木学会の収縮補償用コンクリートに規定されている膨張ひずみ量を満足するものであることから、添加量を30 kg/m³とすることで収縮補償用途に適用可能であることが示唆された。

図-4に透水試験の結果を示す。高防水型膨張材の添加によって透水係数が2.94×10⁻⁶ cm/secから0.1×10⁻⁶ cm/sec未滿と大きく低下することが確認され、当該混和材を使用することでコンクリートの防水性が大幅に向上していることがわかる。高防水型膨張材を添加した全配合において透水係数が0.01×10⁻⁶ cm/sec未滿となっており、本試験条件では高防水型膨張材の添加量による有意な差は認められないものの、膨張量が大きくなるほど透水係数が小さくなる傾向を示した。

4. まとめ

本研究で用いた高防水型膨張材は、高い防水性能を示し、膨張性能についてはJIS A 6202「コンクリート用膨張材」に適合することが分かった。また、コンクリートに30 kg/m³添加することで、収縮補償を満足しつつ、高い防水性を付与することが明らかとなった。

参考文献

- 1) 西田浩和ほか:コンクリート用シリカ系防水混和材について その
- 2, 日本建築学会大会学術講梗概集 (東北), pp. 1031-1032, 1991
- 2) 安台浩ほか:無機系ひび割れ自己治癒組成物を用いた効率的な漏水抑制対策に関する検討, セメント・コンクリート論文集, No. 64, pp. 477-484, 2010

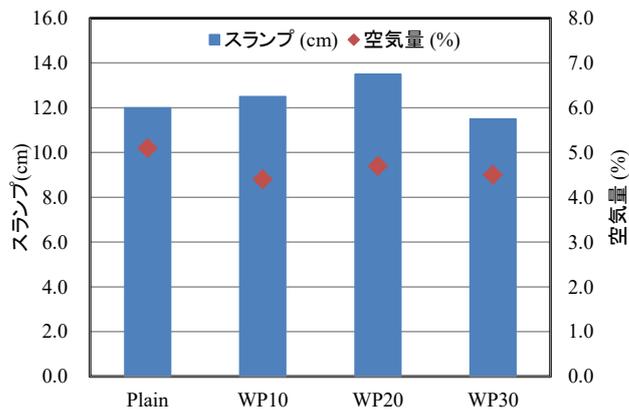


図-1 コンクリートのフレッシュ性状

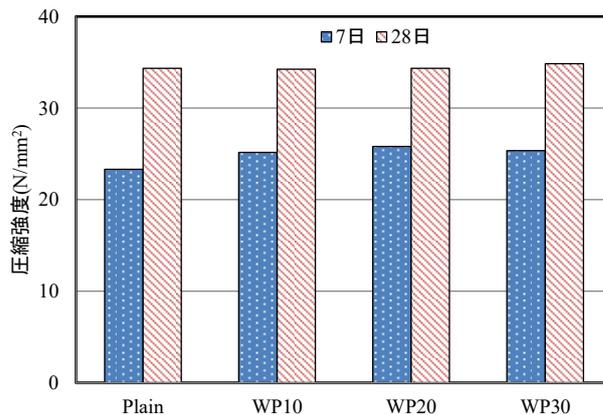


図-2 コンクリートの圧縮強度

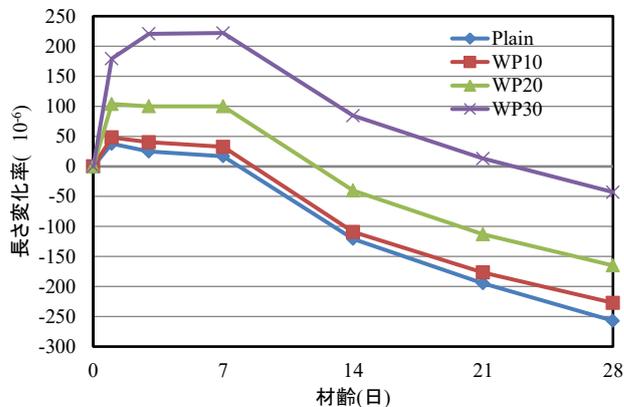


図-3 長さ変化率の試験結果

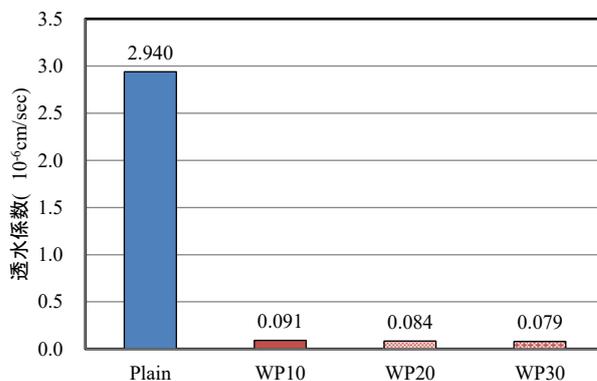


図-4 透水試験結果