

屋外曝露を実施した膨張コンクリートの性状

太平洋マテリアル株式会社 正会員○長塩靖祐

同 正会員 丸田 浩

同 正会員 竹下永造

1. はじめに

コンクリート構造物における収縮ひび割れ抑制の材料面からの対策の一つとして膨張材が挙げられる。膨張材を使用したコンクリート（以下、膨張コンクリート：EX）のひび割れ抑制に関する検討結果については数多くの報告がある¹⁾。他方、コンクリート構造物の耐久性確保は重要な課題である。一般的に耐久性は劣化に対する抵抗性と定義されており、膨張コンクリートについてもその性能を有している必要がある。膨張コンクリートの耐久性については促進試験の結果が多く、曝露試験の結果は少ないのが現状である。

そこで、本研究は膨張コンクリートについて屋外曝露試験を実施し、膨張材を使用しないコンクリート（以下、普通コンクリート：PL）と比較検討を行ったものであり、曝露3年までの結果について報告するものである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント（C，密度：3.16g/cm³）を，細骨材には静岡県産山砂（S，表乾密度：2.56g/cm³），粗骨材には茨城県産碎石（G，表乾密度：2.64g/cm³），混和剤にはリグニンスルホン系のAE減水剤（Ad）を使用した。膨張材には石灰系低添加型膨張材（EXP，密度：3.16g/cm³）を使用した。

2. 2 コンクリート配合

コンクリートの配合を表1に示す。W/Cは55%，スランプは15±2.5cmとし，空気量は2.5±0.5%および5.0±0.5%の2水準実施した。膨張材量は20kg/m³とした。

2. 3 曝露条件

曝露場所としては北海道北斗市にて行った。試験体は材齢28日標準水中養生後に曝露を開始した。

2. 4 試験項目

フレッシュ性状としては，スランプ（JIS A 1101に準拠），空気量（JIS A 1128に準拠）を実施した。曝露前に圧縮強度試験（JIS A 1108

に準拠）を材齢28日にて実施した。曝露試験としては圧縮強度試験，乾燥収縮試験および凍結融解試験を実施した。圧縮強度試験は曝露材齢1および3年にて実施した。乾燥収縮試験（長さ変化率試験）はJIS A 1129に準じて行った。基長の測定は曝露前の材齢28日標準水中養生後に実施した。凍結融解試験は相対動弾性係数および質量変化率について測定を実施した。乾燥収縮試験および凍結融解試験の測定材齢は曝露1，2および3年とした。また，凍結融解試験についてはサイクル数の確認のために曝露したコンクリート内部の温度も測定した。

2. 5 試験水準

試験水準を表2に示す。凍結融解試験については拘束の有無と拘束条件（拘束率：0.5および1.0%の2水準）についても検討した。なお，拘束方法としては筆者らが検討，提案²⁾している

表1 コンクリート配合

種類	空気量 (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤 (C+EXP) × %
			W	C	EXP	S	G	
PL2.5	2.5 ± 0.5	55	172	313	—	832	1004	0.25
EX2.5	2.5 ± 0.5		172	293	20	832	1004	
PL5.0	5.0 ± 0.5		172	313	—	803	968	
EX5.0	5.0 ± 0.5		172	293	20	803	968	

表2 試験水準

種類	圧縮強度	乾燥収縮	凍結融解	
			拘束無	拘束有
PL2.5	○	○	—	—
EX2.5			—	○ (1.0%)
PL5.0			○	—
EX5.0			○	○ (0.5, 1.0%)

キーワード：膨張材，曝露試験，圧縮強度，乾燥収縮，凍結融解

連絡先：千葉県佐倉市大作2-4-2，TEL：043-498-3921，Fax：043-498-3925

拘束治具をコンクリート内部に収まる方法とした。

3. 試験結果

表3にフレッシュ性状の試験結果を示す。フレッシュは所要の性状が得られるものであった。図1に圧縮強度試験結果を示す。図中の種類の数字は空気量を示している。PLおよびEXの圧縮強度は曝露3年経過後も強度増進が認められた。暴露前(材齢28日)と比較すると、PLおよびEXともに、曝露材齢3年で1.4~1.5倍程度強度増進していた。図2に乾燥収縮試験結果を示す。PLおよびEXの乾燥収縮ひずみは材齢3年経過時点で、150~200 μ 程度であり全体的に小さい結果にあった。試験体レベルでの曝露試験における収縮性状は気象(降水量)の影響を受けることが示唆されている³⁾。本検討においても同様な傾向にあるものと推察される。EXによる収縮低減率は16~19%程度にあったが、乾燥収縮ひずみは空気量により差が見受けられ、空気量の多い水準の方がやや大きい傾向にあった。図3に相対動弾性係数の結果を示す。PLおよびEXの相対動弾性係数は材齢3年経過後も100%程度にあり、外観の確認においても劣化や変状は認められなかった。材齢3年経過時点では、EXの拘束の有無や拘束率の影響も認められなかった。図4に質量減少率の結果を示す。質量減少率はPLとEXを比較するとPLの方がやや大きい結果にあった。材齢3年経過時点では、相対動弾性係数と同様に拘束の有無や拘束率の影響は認められなかった。図5にコンクリート内部温度測定結果を示す。本結果は曝露1年目の温度推移を示している。ここで気温が0℃を横切り凍結、融解をした場合を1サイクルと定義すると本結果は92サイクルであり、材齢3年経過時点では293サイクルであった。曝露場所の凍結融解サイクル数は3年で300サイクル近くにあるものであった。なお、本検討は曝露10年まで継続する予定である。

4. まとめ

膨張コンクリートについて屋外曝露試験を3年間実施し、普通コンクリートと比較検討を行った。その結果、膨張コンクリートに劣化や変状は認められず、普通コンクリートと比較して、圧縮強度、相対動弾性係数は同程度、乾燥収縮は小さい結果にあった。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：膨張材・収縮低減剤を使用したコンクリートに関する技術の現状，2013
- 2) 竹下ほか：膨張材を混和したコンクリートの凍結融解抵抗性評価に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.1，pp.817-822，2015
- 3) 長塩ほか：膨張コンクリートの拘束膨張収縮ひずみの長期性状，土木学会第69回年次学術講演会，V-334，pp.667-668，2014

表3 フレッシュ性状試験結果

種類	スランプ (cm)	空気量 (%)
PL2.5	13.0	2.3
EX2.5	12.5	2.9
PL5.0	15.0	5.5
EX5.0	15.5	5.4

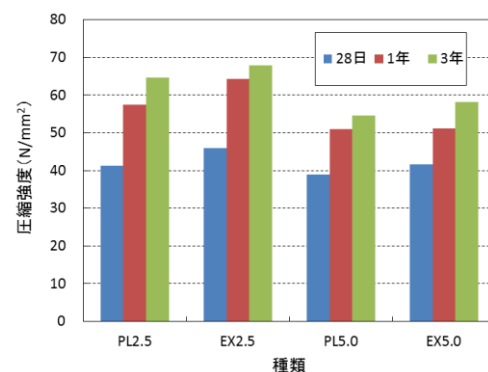


図1 圧縮強度

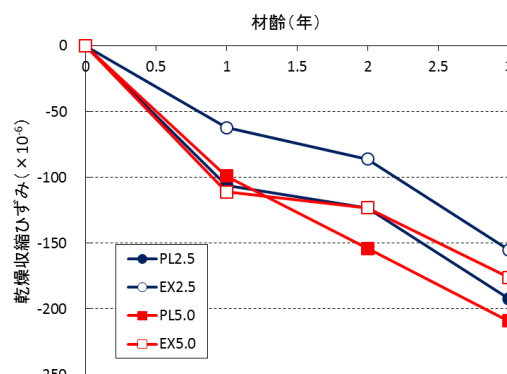


図2 乾燥収縮

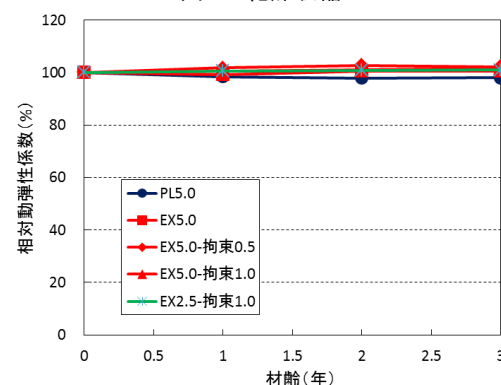


図3 相対動弾性係数

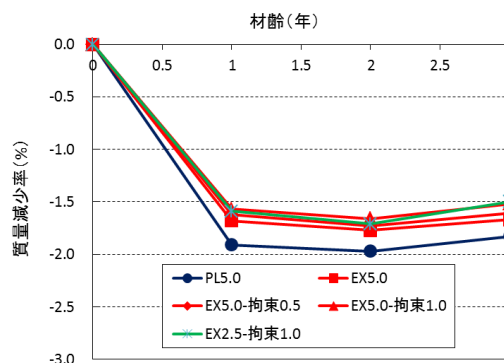


図4 質量変化率

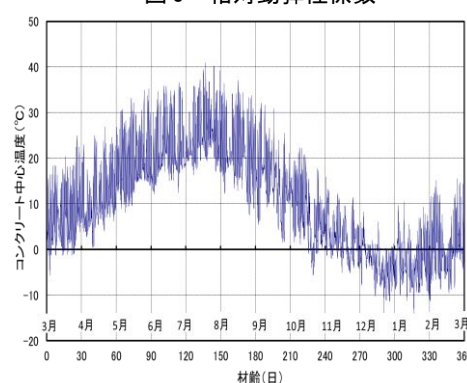


図5 コンクリート中心温度