

アルカリシリカ反応により劣化したコンクリート構造物の膨張拘束に関する基礎的研究

(独)土木研究所 正会員 ○塚田 高則 (独)土木研究所 正会員 古賀 裕久
 (独)土木研究所 正会員 早川 智浩 (独)土木研究所 正会員 渡辺 博志
 (独)土木研究所 正会員 木村 嘉富

1. はじめに

アルカリシリカ反応(ASR)により劣化した構造物の補強工法には、FRP・鋼板接着や巻立てなどがある。これらの工法では、耐荷力、変形性能を改善するとともに、ASR による膨張を拘束する効果が期待されるが、その効果については十分に明確でない。本研究では、拘束方向と直交する方向の膨張量に着目し、拘束による影響について基礎的実験を行った。

2. 実験概要

供試体の形状を図-1 に示す。供試体は、拘束を行わずに自由膨張させた供試体(A)を 3 体、PC 鋼材と鉄板を用いて一方向のみ拘束した供試体(B)を 3 体および二方向を拘束した供試体(C)を 1 体の合計 3 種類 7 体作成した。なお、拘束供試体においては、PC 鋼材の径による拘束効果の違いを確認するために、 $\phi 9.2\text{mm}$ 、 $\phi 13\text{mm}$ 、 $\phi 19\text{mm}$ の 3 種類を配置した。

コンクリートの配合を表-1 に示す。供試体は、材齢 28 日まで湿布養生した。その後、材齢 35 日から湿布とビニールシートによって保湿した上で、促進養生環境(気温 40°C 、湿度 95%以上)に保管した。コンクリートの膨張ひずみは、1 ヶ月に 1 回コンタクトゲージを用いて測定した。図-2 にコンタクトチップの配置を示す。また、拘束供試体では、PC 鋼材のひずみを 1 日 1 回測定した。

3. 結果および考察

3.1 基本膨張ひずみの測定

供試体(A)の膨張ひずみを図-3 に示す。長辺方向および短辺方向でそれぞれ 3 体の平均コンクリートひずみを算出した結果、同程度のコンクリートひずみが発生していた。これらの平均値を基本膨張ひずみとした(促進養生終了時、約 $3,200 \times 10^{-6}$)。

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)						
		W	C	Sn	Sr	Gn	Gr	NaOH
55	4.5	165	300	416	434	502	503	9.29

Sn : 非反応性細骨材 (川砂), Gn : 非反応性粗骨材 (砂岩)

Sr : 反応性細骨材 (安山岩砕砂), Gr : 反応性粗骨材 (安山岩)

供試体	拘束	形状	PC 鋼材
A	非拘束		—
B	一方向拘束		$\phi 9.2$ ($p_s=0.3\%$) $\phi 13$ ($p_s=0.6\%$) $\phi 19$ ($p_s=1.3\%$)
C	二方向拘束		$\phi 13$ ($p_s=0.6\%$)縦 $\phi 9.2$ ($p_s=0.3\%$)横

図-1 供試体の形状

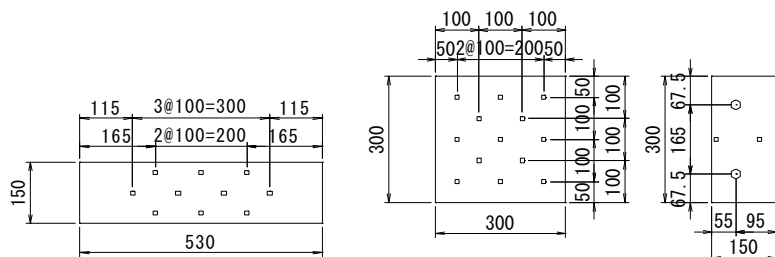


図-2 コンタクトチップの配置
 □ : コンタクトチップ, ○ : PC 鋼材

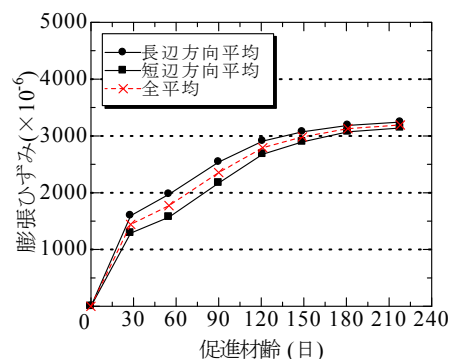


図-3 基本膨張ひずみ (非拘束供試体)

キーワード : アルカリシリカ反応, 膨張拘束, 補修

連絡先 : 〒305-8516 つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL : 029-879-6773

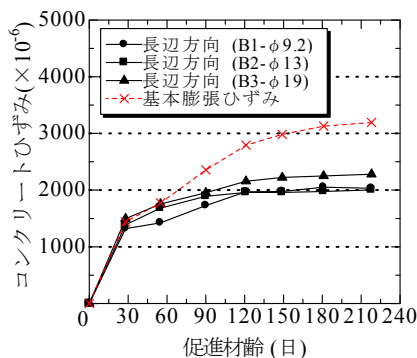


図-4 拘束(長辺)方向コンクリートひずみ

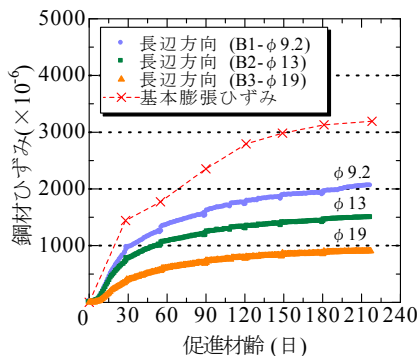


図-5 拘束(長辺)方向鋼材ひずみ

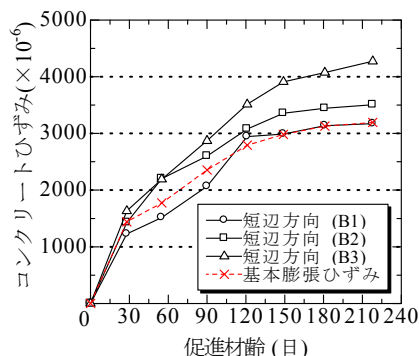


図-6 非拘束(短辺)方向コンクリートひずみ

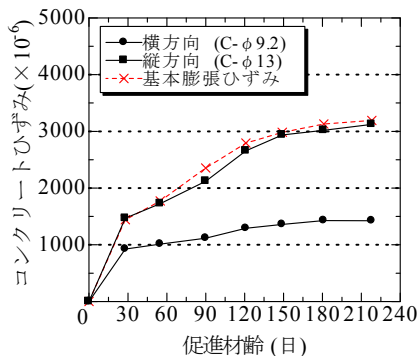


図-7 拘束方向コンクリートひずみ

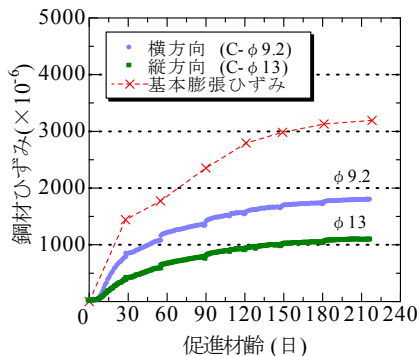


図-8 拘束方向鋼材ひずみ

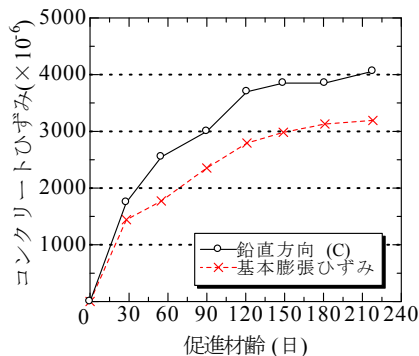


図-9 非拘束(鉛直)方向コンクリートひずみ

3.2 一方向拘束の影響

供試体(B)の膨張ひずみを図-4～6に示す。拘束(長辺)方向のコンクリートひずみは、PC鋼材の径にかかわらず基本膨張ひずみに対して、約3割減少し拘束効果が確認された。しかし、PC鋼材ひずみは、径によってひずみ量が異なっていた。この原因は、必ずしも明確ではない。一方、非拘束(短辺)方向では、基本膨張ひずみと同等以上のコンクリートひずみが発生し、PC鋼材の径が大きくなるにしたがってコンクリートひずみも大きくなる傾向が確認された。拘束の影響により拘束した方向とは異なる方向へ膨張ひずみが移動したことが考えられる。

3.3 二方向拘束の影響

供試体(C)の膨張ひずみを図-7～9に示す。φ9.2mmのPC鋼材を配置した拘束(横)方向は、基本膨張ひずみに対して、コンクリートひずみが約5割減少し、拘束効果が確認された。しかし、φ13mmのPC鋼材を配置した拘束(縦)方向は、基本膨張ひずみに対して、コンクリートひずみが同程度であり、拘束効果が明確ではなかった。これに対し、PC鋼材ひずみでは、一方向拘束供試体(B)と同様にPC鋼材の径が大きいほど、促進養生中のひずみの増加量が小さかった。この原因は、必ずしも明確ではない。一方、非拘束(鉛直)方向では、基本膨張ひずみに対して、コンクリートひずみが約3割増加しており、一方向拘束供試体(B)と同様に、拘束の影響により拘束した方向とは異なる方向へ膨張ひずみが移動したことが考えられる。

3.4 拘束による体積の変化

非拘束供試体の膨張量を1とした場合の拘束供試体の体積膨張量の比を算出して図-10に示す。膨張量の算出はひずみ量から算出した。なお、拘束方向はコンクリートひずみのデータにばらつきがあるため、PC鋼材のひずみを用いた。今回の実験において、体積膨張量の比は0.2～0.6の範囲にあった。

4. まとめ

今回の実験においては、拘束によって膨張を抑制する効果が確かめられたが、一方では拘束した方向とは異なる方向の膨張ひずみは増大することが確認された。このことより、アルカリシリカ反応により劣化した構造物の補修工法を採用する場合には、拘束する方向とは異なる方向の膨張についても考慮する必要があると考えられる。

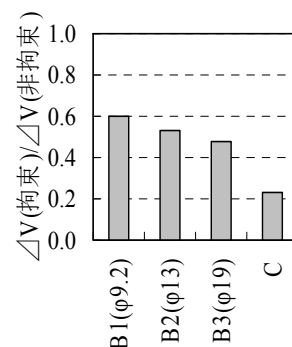


図-10 体積膨張量の比