

AW-CPT におけるラップフィルムに付着するアルカリの検討

九州大学 学生会員 梅田智也 国立環境研究所 正会員 山田一夫
 (株) 太平洋コンサルタント 正会員 小川彰一 港湾空港技術研究所 正会員 川端雄一郎
 九州大学大学院 正会員 佐川康貴 九州大学大学院 学生会員 俵積田新也 川上隆

1. はじめに

アルカリシリカ反応性の評価試験として、骨材のコンクリート試験である RILEM AAR-3, 4 が知られているが、アルカリ溶脱や乾燥により反応性を過小評価していることが指摘されている¹⁾。そこで、RILEM AAR-3, 4 を基に、コンクリートの空隙水と同等のアルカリ濃度の NaOH 水溶液を吸水させた不織布で試験体を被覆し、さらに非透水性のラップフィルムで包むコンクリートプリズム試験 (以下 AW-CPT) が提案されている。しかしながら、測定毎に取り替えるラップフィルムには水分が付着しており、想定とはアルカリに差異が生じている (以下 アルカリ付着) と予想される。そこで、本研究では、使用後のラップフィルムに付着したアルカリの測定を行い、アルカリ付着量 (Na 換算) を確認した。また、ラップフィルムを用いないラッピング手法で AW-CPT を行い膨張率の変化を比較した。

2. 試験概要

本研究では反応性骨材として、隠微晶質および微晶質石英を含有するノルウェー産マイロナイト (骨材 NW) と、少量のカルセドニーを含み主に隠微晶質および微晶質石英から成る中部地方産チャート (骨材 T) の 2 種類を使用した。骨材 NW はノルウェーでは標準的な反応性骨材として知られている。表-1 に化学法とモルタルバー法の結果を示す。骨材 NW はモルタルバー法で無害、化学法で無害でない、骨材 T はモルタルバー法、化学法共に無害でないと判定された。

表-2 に本研究で用いた配合を示す。供試体名は、(骨材の種類-アルカリ総量-養生温度)とした。水セメント比 50%，細骨材率 45%とした。セメントは普通ポルトランドセメント (OPC)，細骨材は

非反応性骨材の石灰石砕砂を使用した。アルカリ総量は顆粒 NaOH を練混ぜ水に添加し調整した。AW-CPT は参考文献²⁾に従って行った。供試体は 75×75×250mm の角柱で、空隙水と同等のアルカリ濃度の NaOH 水溶液を 50g 吸水させた不織布で被覆し、非透水性のラップフィルムで覆い養生した。表-3 に不織布に吸水させた NaOH 水溶液濃度を示す。

供試体数 N は、骨材 NW では N=3 とし、養生温度 40, 60℃で AW-CPT を行った。アルカリの付着量の推定のため、20℃恒温室で、蒸留水 1000mL に使用後のラップフィルムを浸し、pH の変化を pH メーターで測定した。pH 変化は 3 本試験体のうちの 1 本だけを用いて測定した。骨材 T では通常の AW-CPT を N=3 で行い、同時にラップフィルムの代わりにアルミ蒸着袋を利用した AW-CPT を N=1 で行った。密閉する際は真空ポンプで空気を抜いた。ラップフィルムとアルミ蒸着袋を区別するため供試体名の最後に F と B をつけた。

3. 結果および考察

図-1 に骨材 NW の AW-CPT の結果を示す。測定した pH 変化から、式(1)を用いてアルカリ付着量を求めた。

表-1 骨材のアルカリシリカ反応性

骨材	モルタルバー法 (JIS A 1146)	化学法 (JIS A 1145)
	26 週での膨張率 (%)	Sc, Rc (mmol/L)
NW	0.070	Sc=47, Rc=38
T	0.184	Sc=132, Rc=86

表-2 配合

配合名	単位量 (kg/m ³)				AE 剤 (mL/m ³)	AE 減水剤 (g/m ³)	NaOH (g/m ³)
	W	OPC	S	G			
NW-5.5	160	320	833	1041	32	880	5569
NW-3.0							2343
T-4.0			827	992	19	1024	2890
T-3.0							1600
T-2.5							955

表-3 不織布に吸水させた NaOH 水溶液濃度

アルカリ総量 (kg/m ³)	2.5	3.0	4.0	5.5
不織布 NaOH 濃度 (mol/L)	0.605	0.726	0.969	1.332

$$R=10^{-(14-pH1)} - 10^{-(14-pH0)} \quad (1)$$

ここで、pH0: ラップフィルム浸漬前の pH, pH1: ラップフィルム浸漬後の pH, R: アルカリ濃度変化である。今回の pH 測定では蒸留水 1000mL を用いたので、アルカリ濃度変化がそのままアルカリ付着量となる。アルカリ付着量を不織布に吸収させたアルカリ量で割り、アルカリ付着率とした。図-2 に不織布に与えたアルカリのラップフィルム交換による付着率を示す。アルカリ総量と養生温度が小さいほどアルカリ付着率が高くなる傾向が見られた。また、アルカリの付着は主に促進開始初期の測定時に起きていることが分かる。アルカリ付着はアルカリ総量より養生温度による影響が大きく、アルカリシリカ反応の進行が遅い供試体ほど、ラップフィルムに付着し続ける。これらのことからアルカリシリカ反応が進むほど不織布の水分が供試体に吸収されるため、ラップフィルムに付着する水分が少なくなり、付着量が少なくなった可能性がある。アルカリ付着の大部分が初期に集中するのは、アルカリシリカ反応が進行すると反応生成物の吸水によってラップフィルムに付着する水分が少なくなること、および測定時に不織布に蒸留水を吸収させることにより、不織布に含まれる水分のアルカリ濃度が低くなっていくと推測されることが原因だと考えられる。本研究では pH 変化を測定することにより簡便にアルカリ付着量を評価したが、空气中炭酸ガス等の影響を把握し、結果の妥当性は今後検証する必要がある。

図-3 に骨材 T の AW-CPT の結果を示す。ラップフィルムとアルミ蒸着袋の結果を比較すると、膨張率はアルミ蒸着袋を使用した場合の方が少し小さくなる傾向が見られたが、膨張開始・収束時期にほとんど差異は見られない。アルミ蒸着袋からはアルカリが漏出する経路がないため、AW の本来の目的のアルカリ総量の変動防止という点ではすぐれていると考えられる。このことから、ラップフィルムの交換によるアルカリ損失の影響は骨材 T では小さいと考えられる。ただし、骨材 T は配合ペシマムを示す急速膨脹性骨材であり、遅延膨脹性骨材では問題となる可能性がある。

4. まとめ

促進条件の緩いものほど不織布に水分が残るため、ラップフィルムにアルカリが多く付着することが明らかになった。また、アルカリ付着によるアルカリ反応性の評価への影響は急速膨脹性骨材では小さいことが分かったが、遅延膨脹性骨材では問題となる可能性もある。

【参考文献】

- 1) Y. Kawabata, et al.: Alkali-Wrapped Concrete Prism Test (AW-CPT) – New Testing Protocol Toward a Performance Test against Alkali-Silica Reaction–, Journal of Advanced Concrete Technology Vol. 16, pp.441-460, September 2018
- 2) 日本コンクリート工学会:性能規定に基づく ASR 制御型設計・維持管理シナリオに関する研究委員会報告書, pp.21-35, 2017.9

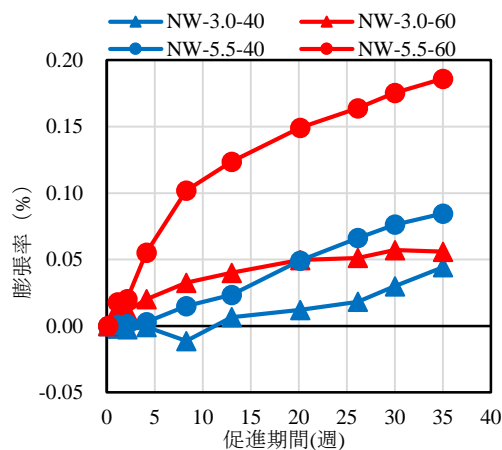


図-1 膨張率の経時変化(骨材 NW)

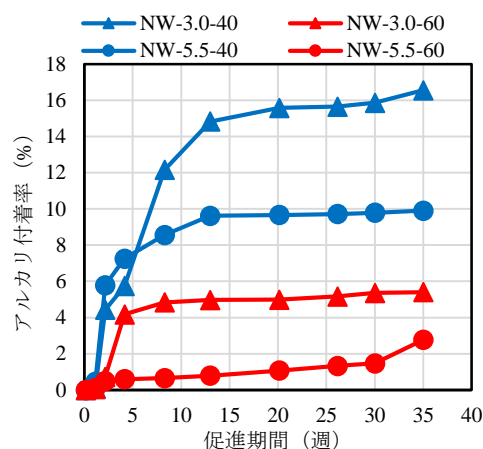


図-2 アルカリ付着率

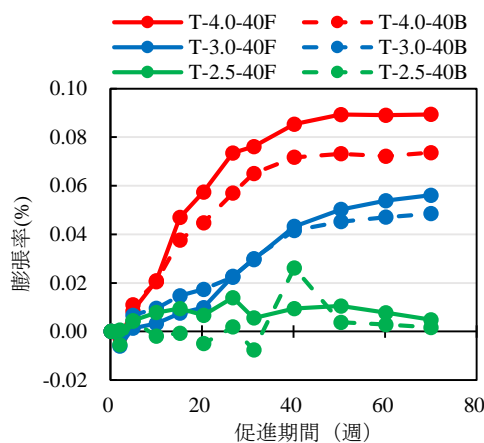


図-3 膨張率の経時変化(骨材 T)