アルカリシリカ反応

アルカリシリカ反応（ASR）とは、コンクリート内部のアルカリにより反応性の高いシリカ（SiO_2）がゲル状物質に変化する現象であり、ゲルの吸水により異常膨張やひび割れを起こし、耐久性の低下を招く恐れがあります。現在では全国的に発生が認識され、代表的なコンクリート劣化原因の一つとなっています。凍害や塩害などを促進する要因ともなります。

アルカリ骨材反応試験方法

アルカリ骨材反応に関連する試験として実体・偏光顕微鏡を用いた反応性骨材・鉱物の同定とASR劣化進行度（潜伏期、進展期、加速期、劣化期）の把握、ならびにコンクリートに含まれるアルカリ量の分析、促進膨張試験などを行います。電子顕微鏡観察（SEM−EDS分析）では、従来の生成物の形態観察を行う以外に、ASRゲルの反応余力の推定を行う方法もあります。

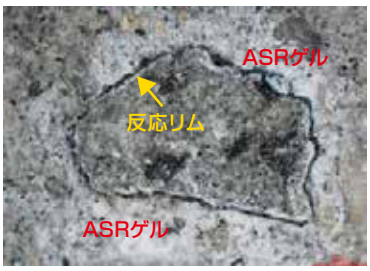
調査項目	試験内容
ASRの診断	・実体顕微鏡観察 ・偏光顕微鏡観察 ・電子顕微鏡観察
水溶性アルカリ量	・総プロ法
促進膨張試験	・JCI-S-011（JCI-DD2） ・飽和NaCl溶液浸漬法（デンマーク法） ・アルカリ溶液浸漬法（カナダ法）

	実体・偏光顕微鏡	実体・SEM-EDS
ASR発生の有無	○	○※
ASR劣化進行度	○	×
骨材の種類・岩石	○	○※
反応性鉱物	○	×
ASRゲルの確認	○	○

○：可　×：不可　※試料状況により不可の場合もあります。

実体顕微鏡観察

コンクリートの側面や断面を肉眼あるいは実体顕微鏡で観察し、ASR発生の有無やASRを生じている骨材の岩石を同定します。



● 安山岩のASR

● チャートのASR

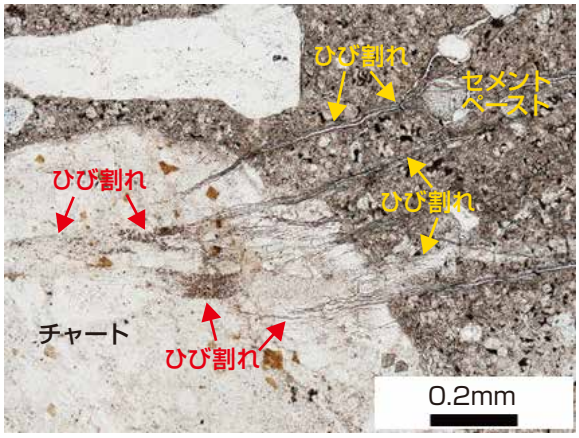
● 珪質泥岩（砂）のASR

Taiheiyo Consultant
株式会社 太平洋コンサルタント
https://www.taiheiyo-c.co.jp

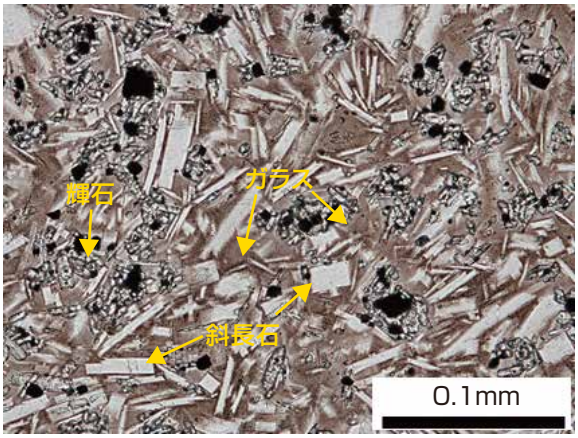
お問い合せはこちら
TEL：03-6630-3811 または、当社ホームページ【お問い合わせ】から、ご連絡ください。

偏光顕微鏡観察

コンクリートから薄片を作製し偏光顕微鏡観察を行い、ASRを生じている岩石の同定および反応性鉱物の同定を行います。偏光顕微鏡では、実体顕微鏡では確認できないASRによる骨材内のひび割れおよび骨材からペーストへ進展したひび割れなどのASRの進行状況を観察できます。



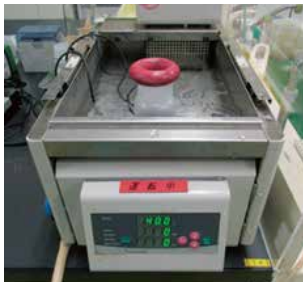
● チャートからペーストへ進展した膨張ひび割れ



● 安山岩に含まれる反応性物質（ガラス）

水溶性アルカリ量の分析

コンクリートコアの水溶性アルカリ量を分析し、コンクリートに含まれるアルカリ量を確認します。ASR抑制対策の総量規制値は3.0kg/m^{3}となっています。



攪拌抽出（40℃温浴）

測定（原子吸光光度計）

● 水溶性アルカリ量分析状況

促進膨張試験

コンクリート構造物から採取したコアを促進養生して潜在的な膨張量を測定し、今後の劣化進行を予測する試験です。促進膨張試験には、JCI-S-011、飽和NaCl溶液浸漬法、アルカリ溶液浸漬法を用います。

促進膨張試験方法	養生条件	測定期間
JCI-S-011（JCI-DD2）	40℃　湿度95%以上	26週
飽和NaCl溶液浸漬法（デンマーク法）	50℃　NaCl溶液	13週
アルカリ溶液浸漬法（カナダ法）	80℃　NaOH溶液	4週

● 促進膨張試験状況

実体顕微鏡・偏光顕微鏡
（アルカリシリカ反応の進行状況の評価）

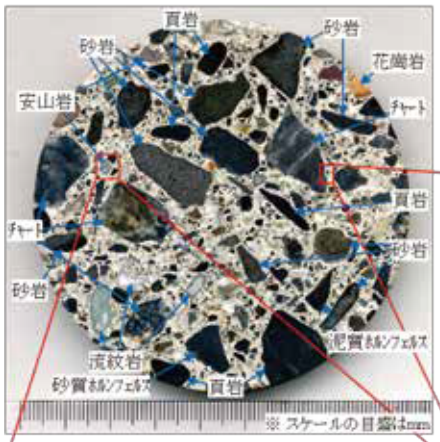
コンクリート供試体を実体顕微鏡や偏光顕微鏡で観察し、骨材として使用されている岩石や鉱物の種類を特定するとともに、アルカリシリカ反応（ASR）の進行状況を評価する試験です。

実体顕微鏡観察

実体顕微鏡では、骨材を構成する岩石の種類やコンクリート組織などを観察します。ASRの発生に伴う現象（反応リムの形成・ゲルの滲出・反応性骨材粒子ないしコンクリートに生じた膨張ひび割れ）の予備観察のほか、粗骨材の岩種構成割合の定量も行ないます。ここでの観察は、引き続き実施する偏光顕微鏡下での観察範囲を決めるための重要な工程です。

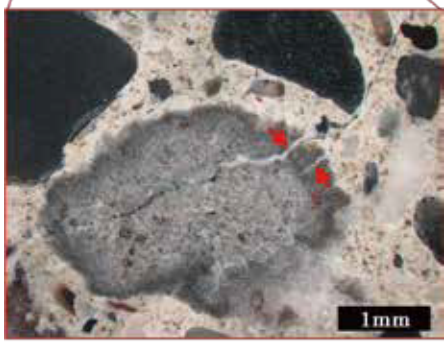
●粗骨材（砂利）の岩種構成割合の一例

岩石名	構成割合	岩石名	構成割合
砂岩	32%	安山岩	5%
チャート	22%	花崗岩	4%
頁岩	18%	流紋岩	2%
砂質ホルンフェルス	8%	流紋岩質溶結凝灰岩	1%
泥質ホルンフェルス	7%	玄武岩（緑色岩）	1%



●チャートから滲出した白色ASRゲル

チャートではひび割れは生じていませんが、周囲にASRゲルの滲出が見られます。



●安山岩を起点とする膨張ひび割れ

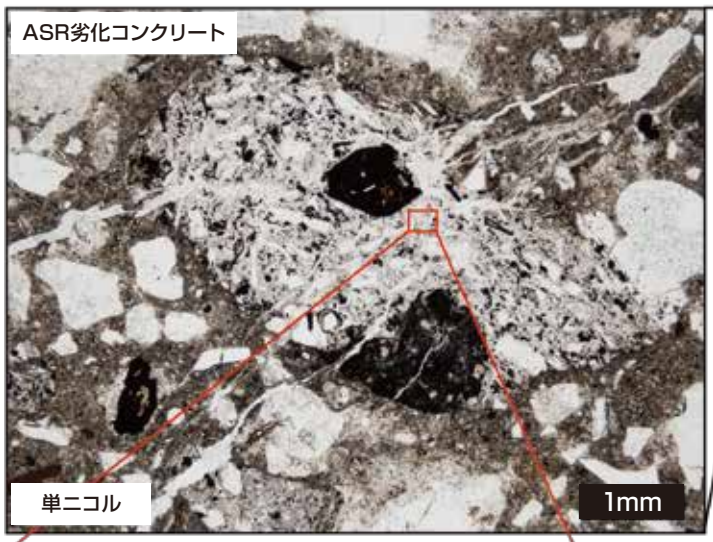
ASR劣化を生じたこのコンクリートでは、ASRゲルを伴うひび割れが安山岩からセメントペーストへ延びている様子が観察できます。この部分のコンクリートから薄片を作製し、偏光顕微鏡観察を行ないます。

Taiheiyo Consultant
株式会社 太平洋コンサルタント
https://www.taiheiyo-c.co.jp

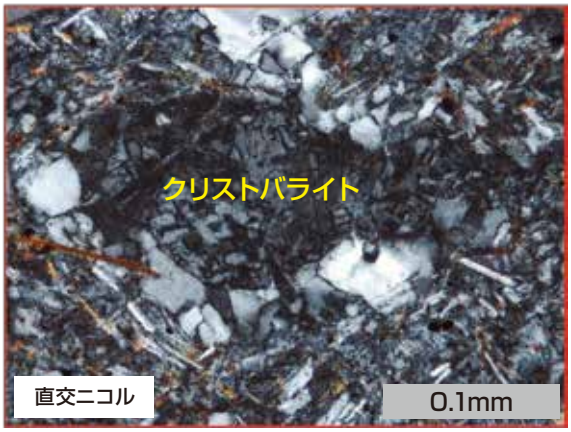
お問い合せはこちら
TEL：03-6630-3811 または、当社ホームページ【お問い合わせ】から、ご連絡ください。

偏光顕微鏡観察

偏光顕微鏡では、実体顕微鏡下でASRの発生が疑われた反応性骨材粒子について詳しく観察します。これにより、ASRの進行状況や反応性骨材粒子に含まれる反応性鉱物の種類などを明らかにでき、最終的に、コンクリートの劣化度や骨材の膨張性を評価します。

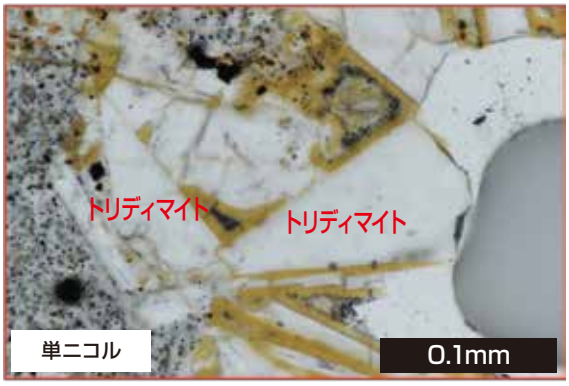


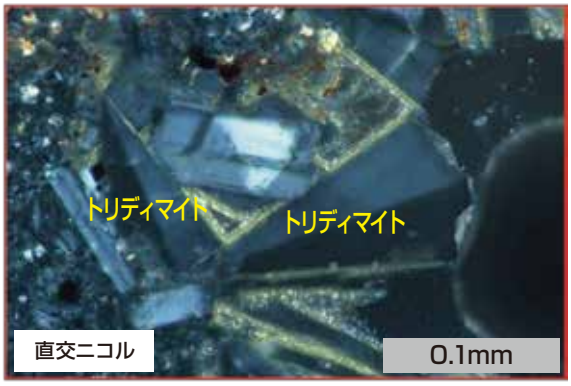
ASR劣化を生じたコンクリートの偏光顕微鏡写真。反応性鉱物（クリストバライト）を含む安山岩を起点に、膨張ひび割れが発達する様子がわかります。



●瓦状に見えるクリストバライト

下に示すトリディマイトもクリストバライトと同様に代表的な反応性鉱物の一つです。
これらは単ニコル・直交ニコルで特徴的な形態を示し、鉱物を同定する際の手がかりとなります。





●くさび形で双晶を示すトリディマイト