

アルカリ骨材反応によるコンクリートの膨張に及ぼす温度の影響

米倉亜州夫*・伊藤 秀敏*・政所 暢利**

(平成18年10月30日受理)

The Effect of Temperature on the Expansions of Concrete Caused by Alkali-Aggregate Reaction

Asuo YONEKURA, Hidetoshi ITO and Nobutoshi MASADOKORO

(Received Oct. 30, 2006)

Abstract

In this paper, the effect of environmental temperature on alkali-aggregate silica reaction (ASR) of the concrete using reactive coarse aggregate is described. The sodium hydroxide NaOH of 8.16 kg/m³ is added to the concrete in order to accelerate ASR.

The expansions caused by ASR of the concrete are measured at environmental temperature of 80°C hot water, 60°C and 40°C underwater and fog room, and 20°C underwater for 180 days. And, ASR repression effects by lithium nitrite under different temperatures are also examined. As a result of this study, in case of concrete exposed in water at 80°C, the expansion of concrete caused by ASR occurred at earliest time, and reaction velocity was highest, too, but the quantity of expansion in the long term was smaller than that in case of concrete in water or fog room at 60°C and 40°C. In case of concrete exposed in water at 20°C, the expansion of concrete did not occur. ASR repression effects caused by lithium nitrite were extremely large at all the temperatures.

Key Words: alkali-aggregate reaction, ASR, environmental temperature, expansion, concrete, lithium nitrite

1. は じ め に

近年わが国では、コンクリート構造物の劣化が問題となっている。この劣化には、塩害、中性化、凍害の他にアルカリ骨材反応がある。アルカリ骨材反応は、反応性を有する骨材、水分、アルカリ金属 (Na, K) の3条件が揃って初めて生じる化学反応であり、反応生成物が吸水すると膨張してコンクリートに亀甲状の膨張ひび割れが生じると共に、強度の低下および中性化等の2次劣化を引き起こす原因ともなる。アルカリ骨材反応の発生には、3条件が必要不可欠であるとされているが、その伸展には環境条件と

しての温度の影響が極めて大きいことが確認された。アルカリ骨材反応を生じているコンクリート構造物において、直射日光により高温となる箇所ではひび割れが顕著に現れているのに対して、日陰となる箇所や擁壁の背面側、干満をくり返す部分や水中の岸壁ではひび割れが少ないことが確認されている。^{1), 2), 3), 4), 5), 6)}

擁壁では、直射日光を受ける前面側に多くのひび割れが生じているのに対して、背面部は水分の供給が十分であるにもかかわらずひび割れが生じていなかった。^{3), 4)} また、前面側から背面側まで水平方向に採取したコンクリートコアの残存膨張量試験においては、背面側の残存膨張量が前

* 広島工業大学工学部都市建設工学科

** 極東工業株式会社

面側の5倍であった。^{2), 3)} 海岸に接する岸壁では、直射日光の影響によって高温となる気中部ではひび割れが顕著に表れているのに対し、干満を繰り返す部分や水中ではほとんどひび割れを生じていないことが確認された。⁵⁾ この干満を繰り返す部分及び水中中部では、夏場でもコンクリート表面温度が30℃程度までしか上昇しないものと思われる。以上のような事実は、高温であるほどアルカリ骨材反応が進んでいることを示すと思われる、30℃程度以下の部分はアルカリ骨材反応が十分に起こっていないものと思われる。そこで、本研究ではコンクリート製造時からの温度の相違がアルカリ骨材反応によるコンクリートの膨張やひび割れに及ぼす影響について検討した。すなわち20・40・60・80℃の4種類の温度環境下でのアルカリ骨材反応の伸展状況を調査した。また、高温環境下での亜硝酸リチウムによるアルカリ骨材反応抑制効果の検証も行った。亜硝酸リチウムによるアルカリ骨材反応抑制方法として、コンクリート作製時に練り混ぜ水に混入する方法を用いた。アルカリ骨材反応の伸展は、コンタクトチップをコンクリート供試体に貼付け、コンタクトゲージによって伸縮量を測定し、膨張ひび割れの発生状況を観察した。さらにアルカリ骨材反応の進展状況がコンクリートの圧縮強度・静弾性係数に及ぼす影響について調べた。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合条件

以下に本研究で使用した材料と品質および配合について示す。

(1) 使用材料

普通ポルトランドセメント

密度：3.15 (g/cm³)

骨材

・細骨材

普通砕砂 密度：2.62 (g/cm³)

・非反応性粗骨材

碎石 密度：2.65 (g/cm³)

・反応性粗骨材（岐阜県産 養老チャート）

密度：2.64 (g/cm³) 吸水率：0.74 (%)

(2) 水酸化ナトリウム（粒状）

水酸化ナトリウムは、アルカリ骨材反応を確実に発生させることを目的として、練混水に溶解して用いた。混入量は、コンクリート中のアルカリ総量（Na₂O）が7 (kg/m³)となるよう調整した。また、水酸化ナトリウムを練混ぜ水に溶解すると水温が上昇するため、室温に低下した後にコンクリートの練混ぜを行った。

(3) 亜硝酸リチウム（水溶液）

亜硝酸リチウムによるアルカリ骨材反応抑制の概要を以

下に概説する。コンクリート中に供給された亜硝酸リチウムは、リチウムイオン（Li⁺）・亜硝酸イオン（NO₂⁻）として、コンクリート内部に浸透・拡散する。本研究の目的である高温環境下でのアルカリ骨材反応抑制に作用するのは、リチウムイオンである。ナトリウムおよびカリウムイオンとシリカ鉱物（SiO₂）との反応生成物であるアルカリシリカゲルが水分を吸湿し膨張するのに対し、リチウムイオンとシリカ鉱物との反応生成物は、水分に対し不溶性であり図2-1に示すように水分の吸湿膨張を抑制するものである。

亜硝酸イオンは、中性化・塩害によって腐食した鉄筋の不動態被膜を生成し、以後の鉄筋腐食を抑制する。

リチウムイオン及び亜硝酸イオンがコンクリート内部へ浸透・拡散する理由は、イオン単位が物質の最小構成粒子である原子と同じくÅ（10⁻¹⁰m）単位であり、イオンの大きさが非常に小さいからである。

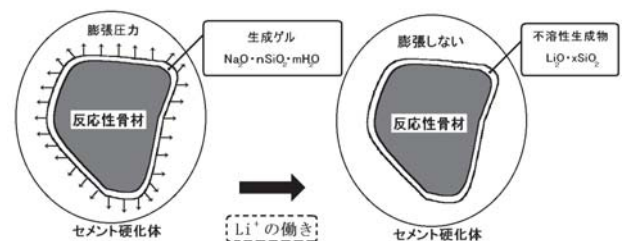


図2-1 アルカリ骨材反応抑制メカニズム

(4) 配合

本研究で用いたコンクリート配合条件の概略を表2-1に示す。

表2-1 コンクリートの配合条件

水セメント比	40・55(%)
細骨材率	42(%)
粗骨材最大寸法	25(mm)
単位水量	180(kg/m ³)
使用混和剤	高性能AE減水剤
アルカリ添加剤	水酸化ナトリウム(8.16kg/m ³)
抑制剤	亜硝酸リチウム40%水溶液

(5) 供試体寸法

アルカリ骨材反応の伸縮量測定は、角柱供試体10×10×40 (cm)で行い、圧縮強度試験は円柱供試体φ10×20 (cm)で行った。

2.2 実験概要

(1) 実験工程

本研究の実験工程を図2-2に示す。

(2) 供試体種別

本研究では、表2-2に示す供試体種別によって、温度がアルカリ骨材反応に及ぼす影響について検証するとともに亜硝酸リチウムによる各環境下でのアルカリ骨材反応抑制効果の検証を行った。温度環境下として20℃標準養生、40℃霧室中、40℃温水中、60℃霧室中、60℃熱水中、80℃熱水中の6環境下に供試体を設置し進展状況を調査した。

アルカリ骨材反応を確実に発生させることを目的に水酸化ナトリウムを添加し供試体を作製したが、その影響を考慮するため水酸化ナトリウム無添加の供試体も一部作製した。

亜硝酸リチウムの使用量は、コンクリートのアルカリイ

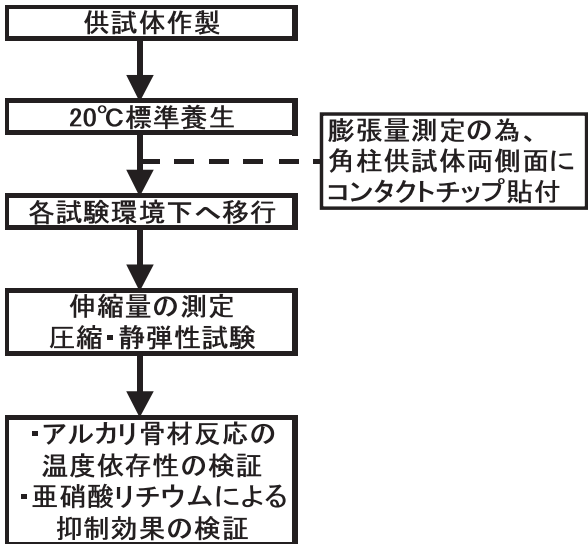


図2-2 実験工程

表2-2 作製供試体パターン

温度 (°C)	環境条件	作製供試体パターン				
		温度依存性	水酸化ナトリウム		抑制効果の検証	
			添加	無添加	抑制	混入量(モル比)
20	水中	○	○	—	—	—
40	霧室	○	○	—	○	1.0
	温水	○	○	○	—	—
60	霧室	○	○	—	—	1.0
	温水	○	○	—	○	—
80	熱水	○	○	○	○	0.5・1.0・1.5

表2-3 亜硝酸リチウム混入量

亜硝酸リチウム混入量			
モル比	0.5	1.0	1.5
混入量(kg/m ³)	5.98	11.96	17.94

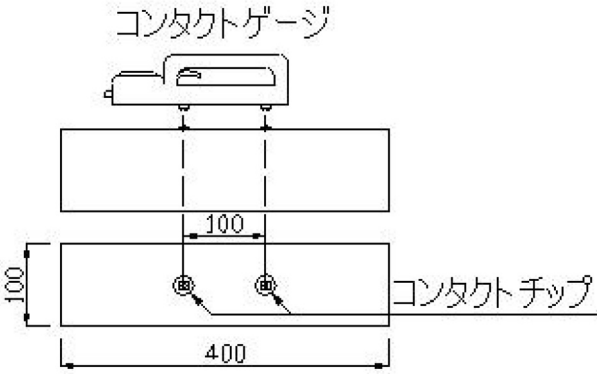


図2-3 伸縮量測定状況

オン量に対し、リチウム／アルカリ ($\text{Li}^+ / (\text{Na}^+ + \text{K}^+)$) のモル比が0.5・1.0・1.5になるようにした。また、本研究での亜硝酸リチウム混入量を表2-3に示す。

(3) 伸縮量測定方法

アルカリ骨材反応による膨張量の測定は、図2-3に示すように角柱供試体側面(2面)に貼付けたコンタクトチップ間の長さ(100mm)変化をコンタクトゲージにより測定した。測定は各温度環境下にある供試体を徐冷し、コンクリート温度を20℃の状態にして行った。

(4) 圧縮強度試験方法

圧縮試験には、モールドに打ち込んだ円柱供試体を使用した。完成した供試体を石膏キャッピングしたものを圧縮強度試験機にかけ、圧縮強度を求めた。なお、圧縮強度試験はJIS A 1108に基づき実施した。

3. 試験結果および考察

反応性骨材を含有するモルタルの膨張量は、骨材中の反応成分の割合がある値のとき最大となるベシマム量が存在すると言われている⁷⁾。したがって、反応性骨材の種類や配合の相違によるモルタル中の水量およびアルカリ量、骨材粒子の大きさ、セメントペーストの強度と、反応性骨材の内部構造の特性など様々な要因によって様々なベシマム量が存在する。以上のことから、本研究では、各温度環境下の供試体3個ずつの結果を平均することで、アルカリ骨材反応を生じるコンクリートの温度依存性について検討した。

3.1 環境温度の相違がアルカリ骨材反応に及ぼす影響

図3-1は、アルカリ骨材反応による膨張ひずみと各温度環境下での試験日数との関係を示したものである。

(1) アルカリ骨材反応発現時期に及ぼす影響

図3-1より、最も早期にアルカリ骨材反応が起こるのは、80℃熱水環境下である。80℃熱水環境下では、他の温度環境下の場合より著しい膨張が初期に生じている。試験

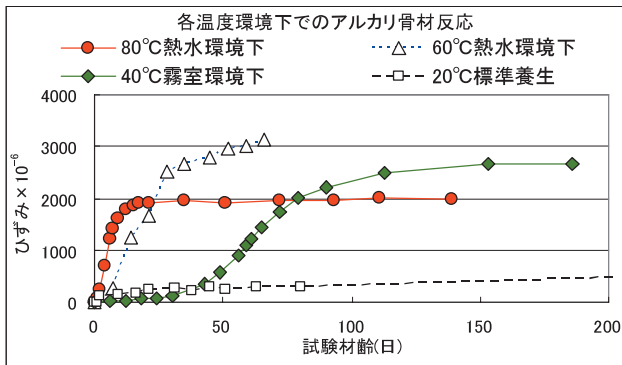


図3-1 各温度環境下でのアルカリ骨材反応

材齢7日の時点ですでに約1400 μ の膨張量であった。次いで60℃熱水環境下でアルカリ骨材反応による膨張が生じている。80℃熱水環境下に比べ試験材齢7日までの初期の膨張量は低いが、それでも約300 μ の膨張量であった。40℃霧室環境下では、上述した高温環境下のような初期における著しいアルカリ骨材反応による膨張は、認められないが、初期より緩やかながら膨張傾向が認められ、試験材齢43日で340 μ の膨張であり、膨張が高温環境下より遅れて発生している。試験材齢50日前後より、高温環境下で認められたような著しい膨張が生じた。20℃標準養生下では、膨張はわずかであり、ほとんどアルカリ骨材反応は生じていない。

以上より、温度の相違がアルカリ骨材反応発現時期に及ぼす影響として、本研究の範囲内で高温環境下であるほどアルカリ骨材反応は早期に発現した。

(2) アルカリ骨材反応最大膨張量に及ぼす影響

アルカリ骨材反応による最大膨張量は、現時点までの研究範囲内で80℃熱水環境下では約2000 μ 、60℃熱水環境下では約3000 μ 、40℃霧室環境下では2600 μ であった。20℃標準環境下での最大膨張量は、試験材齢480日で850 μ であった。上述したように、温度環境下が高温であるほど早期にアルカリ骨材反応が起っているが、80℃熱水環境下での最大膨張量は、60℃熱水および40℃霧室環境下での最大膨張量より小さくなっている。アルカリ骨材反応は化学反応であるため、温度が高いほど反応速度が速くなる。しかし、最大膨張量は60℃熱水および40℃霧室環境下が80℃熱水環境下の場合より大きくなったのは、反応生成物の組織が80℃の場合粗大化したためと思われる。しかし、この点については走査顕微鏡等で一層検討する必要がある。

(3) アルカリ骨材反応の膨張速度に及ぼす影響

80および60℃熱水環境下では初期より、40℃霧室環境下では50日前後より大きな膨張が認められた。この時、膨張速度が最も大きいのは80℃熱水環境下(約160 μ /日)であり、次いで、60℃熱水(約80 μ /日)、40℃霧室環境下(約

50 μ /日)であった。しかし、膨張速度が著しく増大する期間を長期にわたって継続する温度環境は40℃霧室環境下であり、約50日であった。次いで、60℃熱水環境下の30日、80℃熱水環境下の10日と高温環境下となると継続期間は短くなっている。

また、その後の膨張は緩慢となるが、80℃熱水環境下に比べ、40℃霧室および60℃熱水環境下が長い。

(4) アルカリ骨材反応を生じたコンクリートの力学的性状に及ぼす影響

図3-2および3-3は、図3-1に示した各温度環境下での試験材齢と圧縮強度および弾性係数の関係を示したものである。

一般的にアルカリ骨材反応が発生すると強度および弾性係数は低下すると言われている。しかし、圧縮強度に関して、材齢経過とともにアルカリ骨材反応によって膨張しているのにも関わらず、圧縮強度の明らかな低下傾向は認められない。

弾性係数に関して、材齢が経過することで膨張量が増大するとともに、弾性係数の低下傾向が認められる。高温環境下では、アルカリ骨材反応が早期に発生することから、弾性係数の低下傾向が大きい。しかし、80℃熱水環境下のコンクリートの場合、長期材齢を経過することで弾性係数の大きな増加が確認された。

本研究では、アルカリ骨材反応発生条件である反応性骨

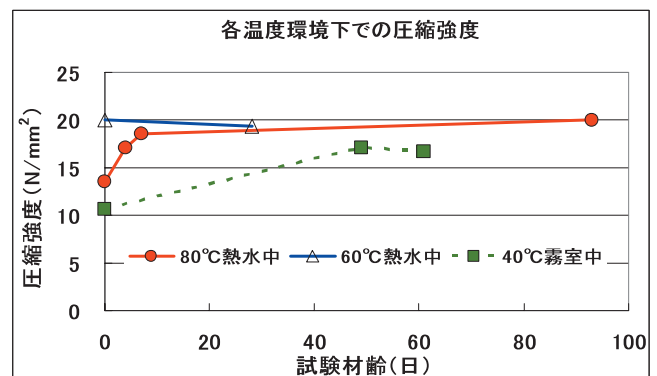


図3-2 各温度環境下での弾性係数

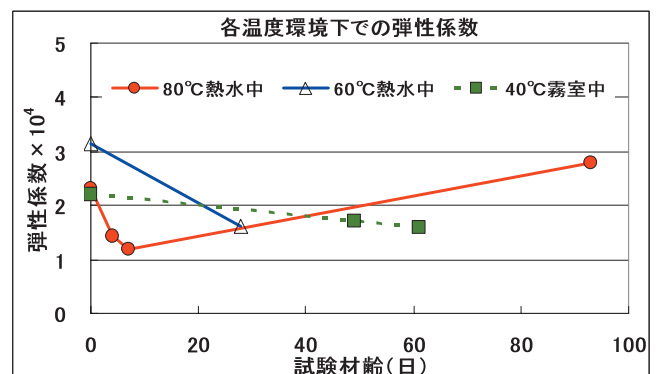


図3-3 各温度環境下での圧縮強度

材とアルカリ金属を揃えたコンクリート供試体を、水分が常に供給される一定の温度環境下に設置したものであり、実際の構造物の環境下とは異なる。したがって、以下に示すものが、実際のコンクリート性状と異なる影響を与えたものと思われる。

・水分が供給される影響

水分の供給は、アルカリ骨材反応発生条件であるが、コンクリートの水和反応にも必要であり、強度増加の要因となった。すなわち、アルカリ骨材反応によって膨張ひび割れが発生しても、ひび割れに水分が供給されることによりセメントの成分が溶出し、結晶が生成しひび割れを修復することが考えられる。また、写真3-1はアルカリ骨材反応によるひび割れ部が白色析出物によって閉塞しているものである。

・高温環境下の影響

本研究では、アルカリ骨材反応に及ぼす温度の影響を検証するため40℃以上の温度環境下にコンクリートを設置したが、コンクリートにとっては促進環境であり、水和反応が促進され強度増加した。



写真3-1 60℃熱水環境下圧縮供試体 促進21日

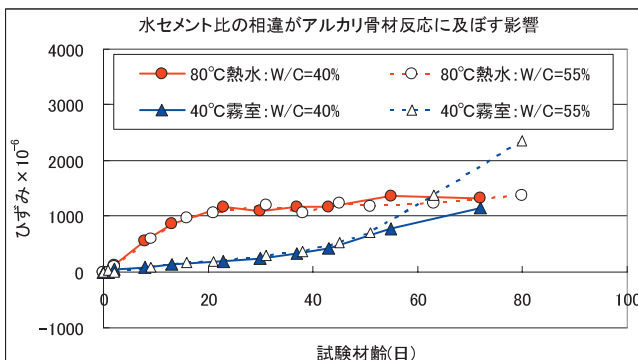


図3-4 水セメント比の相違がアルカリ骨材反応に及ぼす影響

3.2 水セメント比の相違が各温度環境下でのアルカリ骨材反応に及ぼす影響

W/C = 40%および55%のコンクリート供試体を作製し、水セメントの相違によるアルカリ骨材反応への影響について、40℃霧室および80℃熱水環境下で膨張量を調べた。

図3-4より、80℃熱水環境下では、水セメント比の相違に関わらず、同様な膨張傾向を示している。また、膨張量に関しても大きな差異は確認されなかった。一方40℃霧室環境下では、試験材齢40日程度まで水セメント比の相違に関わらず、同様に緩やかな膨張傾向を表し、400μ程度膨張している。しかし、W/C = 55%の場合、試験材齢40日以降の膨張傾向は、W/C = 40%の場合に比べて大きいことが確認された。これは、80℃環境下では、40℃の場合より水和反応が早く起こり粗大な組織が形成されるため水セメントの相違によるアルカリ骨材反応に及ぼす影響が小さくなったと思われる。

3.3 水中・霧室の環境条件がアルカリ骨材反応に及ぼす影響

本研究では、アルカリ骨材反応を故意に発生させるコンクリート供試体を作製し、水中および霧室環境下へ移行し、アルカリ骨材反応による膨張を測定した。以下に環境条件の相違による影響について以下に示す。

図3-5より、40℃霧室環境下では、試験材齢70日程度まで霧室および温水の環境条件の相違による大きな影響は確認されない。60℃環境下では、アルカリ骨材反応による膨張傾向および膨張量に著しい差異が認められた。これは60℃霧室環境下に使用した恒温恒湿装置内の湿度が十分に得られなかったことが原因である。恒温恒湿装置では、40℃霧室環境下での装置内の湿度に比べ明らかに湿度が低いと判断された。以上のように温度条件が同様であっても、水分環境の相違によって生じるアルカリ骨材反応への影響は著しく大きいことが確認される。湿度が高く十分な水分が供給される環境の場合には、温度の相違の影響は無く水中環境下と同様なアルカリ骨材反応の膨張傾向を示している。

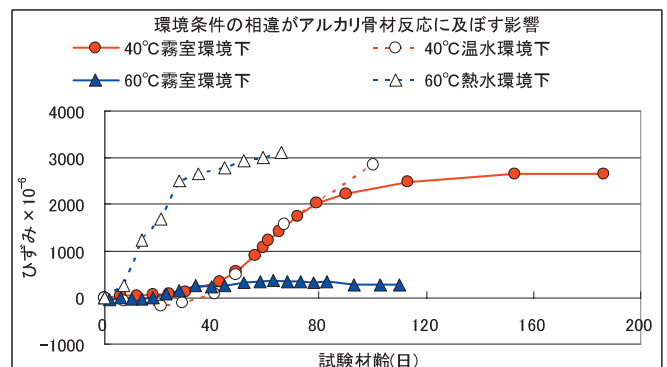


図3-5 環境条件がアルカリ骨材反応に及ぼす影響

3.4 水酸化ナトリウムの混入がアルカリ骨材反応に及ぼす影響

本研究では、アルカリ骨材反応を確実に発現させるため、水酸化ナトリウムを適量添加した供試体を作製した。この添加した水酸化ナトリウムの影響について以下に示す。

図3-6は、80℃および40℃環境下においての添加した水酸化ナトリウムの影響について示したものである。この図より、80℃熱水環境下において試験環境下移行後、水酸化ナトリウム添加の有無に関わらず、著しく膨張している。しかし、水酸化ナトリウムを添加した場合、試験材齢20日程度まで膨張を続けるのに対して、無添加の場合では4日程度までしか膨張を起こしていない。現時点まで、アルカリを添加したものの最大膨張量は約2000 μ であるのに対し、無添加のものでは600 μ 程度である。80℃熱水環境下では、水酸化ナトリウム添加によって、最大膨張量または膨張継続期間が長くなると考えられる。40℃温水環境下では、水酸化ナトリウムを添加した場合、試験材齢40日程度より明らかに膨張を示しているのに対し、無添加の場合では測定期間中に明らかな膨張傾向は確認されない。40℃温水環境下では、水酸化ナトリウム添加によって、アルカリ骨材反応の発現時期に影響を及ぼしている。

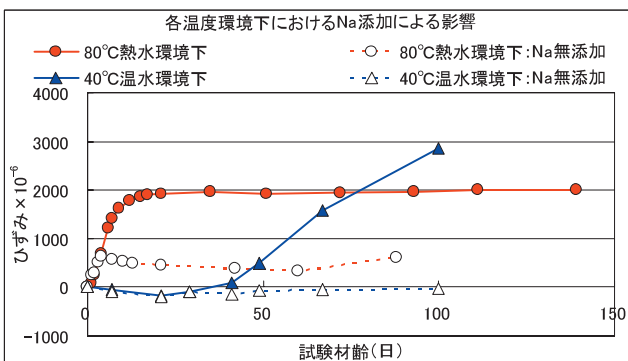


図3-6 水酸化ナトリウムの混入がアルカリ骨材反応に及ぼす影響

3.5 亜硝酸リチウムによるアルカリ骨材反応抑制効果

図3-7は、亜硝酸リチウム混入量がモル比1.0の場合における、各温度環境下でのアルカリ骨材反応を示したものである。

この図より、40℃霧室環境下の場合、亜硝酸リチウムを混入した供試体の膨張は300 μ 程度であったが、抑制剤無混入の場合では2600 μ 膨張しており、約90%程度の抑制効果が確認された。60℃熱水環境下の場合、亜硝酸リチウムが無混入の場合と同様、ごく初期に約300 μ 膨張したが、その後はほとんど膨張せず、試験期間中に約90%の抑制効果が確認された。80℃熱水環境下の場合、60℃熱水環境下と同様な傾向で、初期に約400 μ 膨張したが、その後も

膨張は認められず、試験期間中で約70%の抑制効果が確認された。80℃熱水および60℃熱水環境下の場合、ごく初期に膨張を生じることがあるが、その後はほとんど膨張していないことより、高温環境下における亜硝酸リチウムによるアルカリ骨材反応抑制効果が大きいと言える。

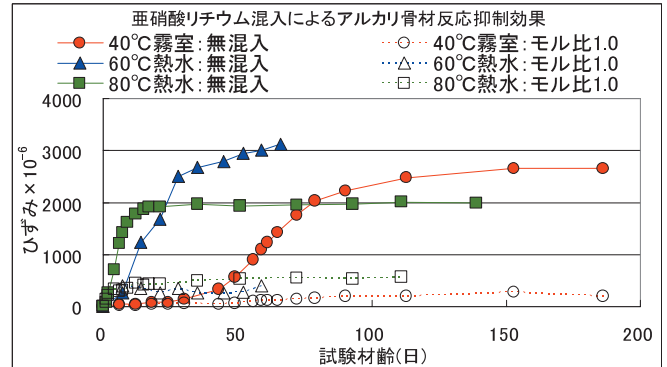


図3-7 各温度環境下での亜硝酸リチウムによるアルカリ骨材反応抑制効果

3.6 高温環境下で亜硝酸リチウム混入量を変化させた場合の抑制効果

図3-8は、80℃熱水環境下で亜硝酸リチウム無混入の場合と混入量（モル比0.5, 1.0, 1.5）を変化させた場合との膨張の相違を示したものである。

この図より、亜硝酸リチウムの混入量1.5molで最も膨張が小さい。次いで、混入量1.0mol, 0.5molと混入量が減少するごとに膨張量が増大している。また、亜硝酸リチウム混入量1.5molでは、初期において収縮する傾向が確認された。抑制効果は、0.5molでは試験材齢42日で約65%の抑制効果、1.0molでは試験材齢93日で約70%の抑制効果がある。

したがって、80℃熱水環境下では、亜硝酸リチウム混入量を0.5～1.5molの範囲で変化させた場合、混入量が増大するほど抑制効果は大きくなる。

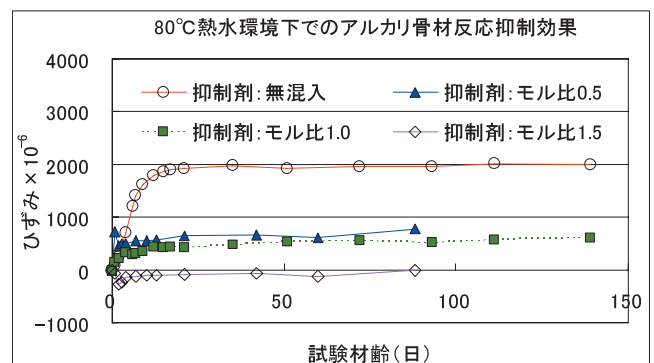


図3-8 80℃熱水環境下における亜硝酸リチウム混入量の相違による抑制効果

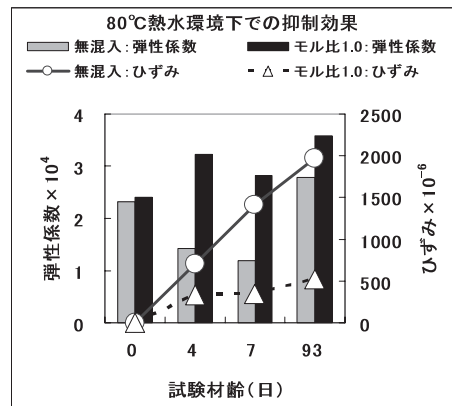
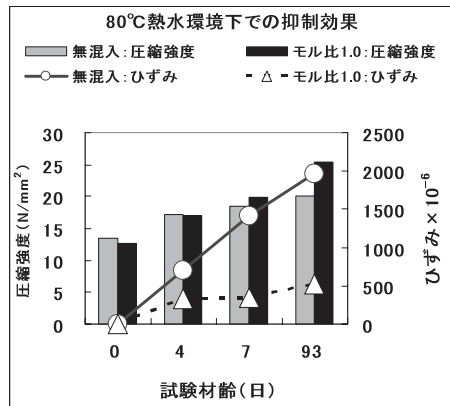
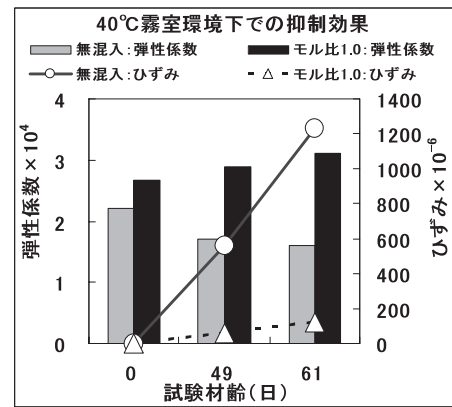
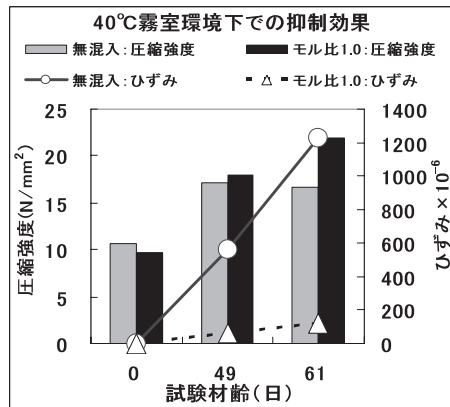


図3-9 圧縮強度 (80℃・40℃)

図3-10 弾性係数 (80℃・40℃)

3.7 亜硝酸リチウム膨張抑制剤混入によるアルカリ骨材反応の抑制効果と力学的性状

図3-9, 10は, 80℃熱水及び40℃霧室環境下での亜硝酸リチウム添加の有無での試験材齢と圧縮強度・弾性係数と膨張ひずみとの関係を示したものである。

図3-9より, 膨張抑制剤を使用していない場合, 試験材齢経過と共に膨張を起こしている。しかし, 環境温度の相違に関わらず圧縮強度は試験材齢の経過と共に増加傾向を示している。しかし, 長期材齢における圧縮強度は抑制剤を添加した場合より無添加の場合が小さくなっている。亜硝酸リチウム添加による膨張抑制効果で強度が発現したものと言える。

図3-10より, 環境温度の相違に関係なく抑制剤無混入の場合では膨張量増大と共に, 弾性係数の低下傾向が確認できる。また, 抑制剤を混入した場合では, 弾性係数の増加傾向が確認できる。

4. 結 論

本研究の目的は, 1. 環境条件としての温度が, コンクリートのアルカリ骨材反応の伸展に及ぼす影響の検討
2. 高温環境下での亜硝酸リチウムによるアルカリ骨材反応抑制効果の検討である。

アルカリ骨材反応を確実に発生する供試体を作製し, 80℃・60℃・40℃・20℃の4種類の異なる温度環境下に供試体を設置し, その後のアルカリ骨材反応挙動を観察した結果, 以下の知見が明らかとなった。

1. 温度がコンクリートに生じるアルカリ骨材反応の伸展に及ぼす影響

1) 温度の相違がアルカリ骨材反応発生時期に及ぼす影響

最も早期にアルカリ骨材反応が生じたのは, 80℃熱水環境下であり, 次いで60℃熱水環境下, 40℃霧室環境下と, 温度が低下するにつれてアルカリ骨材反応の発現時期は遅くなった。

2) 温度の相違がアルカリ骨材反応の膨張速度に及ぼす影響

80℃・60℃・40℃環境下では, 膨張が著しく増大する期間が存在した。この期間で膨張速度が最も大きいのは80℃熱水環境下であり, 低温環境になるにつれ膨張速度は小さくなった。しかし, 膨張が大きくなる継続期間は, 40℃霧室環境下で最も長く, 高温環境になるにつれ期間が短縮された。また, 膨張が緩慢となる期間では, 40℃霧室および60℃熱水環境下に比べ, 80℃熱水環境下では膨張速度が緩慢になり, ほとんど膨張しなくほぼ一定となるまでの期間が短くなった。

3) 温度の相違がアルカリ骨材反応の最大膨張量に及ぼす影響

高温であるほど早期にアルカリ骨材反応が起っているが、80℃熱水環境下での最大膨張量は、60℃熱水および40℃霧室環境下に比べ小さくなった。

4) 水セメント比の相違がアルカリ骨材反応に及ぼす影響

80℃熱水環境下では、水セメント比の相違によるアルカリ骨材反応への影響は確認されないが、40℃霧室環境下では、試験材齢40日以降において、 $W/C = 55\%$ の場合の膨張速度が $W/C = 40\%$ の場合に比べて大きくなった。

5) 水中・霧室の環境条件がアルカリ骨材反応に及ぼす影響

40℃霧室環境下で、湿度が十分得られた場合、水中と霧室でのアルカリ骨材反応に大きな違いはなかった。しかし、湿度が十分得られなかった60℃霧室環境下では、アルカリ骨材反応の反応速度および最大膨張量が水中環境下に比べ著しく小さかった。

6) 水酸化ナトリウムの混入がアルカリ骨材反応に及ぼす影響

80℃熱水環境下では、水酸化ナトリウムを混入することで最大膨張量が増加した。40℃霧室環境下では、水酸化ナトリウムを混入することで、無混入の場合よりアルカリ骨材反応が早期に発現し、膨張量も大きくなった。

2. 高温環境下での亜硝酸リチウムによるアルカリ骨材反応抑制効果

1) 亜硝酸リチウムを混入した場合のアルカリ骨材反応抑制効果

60℃熱水および40℃霧室環境下では、亜硝酸リチウム混入量モル比1.0で、90%程度のアルカリ骨材反応膨張抑制効果が認められた。80℃熱水環境下では、70%程度の抑制効果であった。亜硝酸リチウム混入量モル比1.0でアルカリ骨材反応抑制効果は発揮されるが、80℃および60℃の高温環境下では、初期におい

て若干膨張する場合があった。

2) 亜硝酸リチウム混入量の相違が、アルカリ骨材反応抑制効果に及ぼす影響

80℃熱水環境下では、亜硝酸リチウム混入量が最大であるモル比1.5で全く膨張せず、亜硝酸リチウム混入量を増加させることで抑制効果が大きくなった。

文 献

- 1) 栗林健一，米倉亜州夫，伊藤秀敏，牛尾正孝：アルカリ骨材反応を生じたコンクリート擁壁の劣化性状，コンクリート工学年次論文，Vol.24，No.1，pp.100～105，（2002年）
- 2) 釣田修宏 米倉亜州夫 伊藤秀敏 今田憲孝：アルカリ骨材反応を生じたコンクリート構造物から採取したコアの残存膨張量，土木学会中国支部第53回研究発表会 V-16 pp.613～614（2001年）
- 3) 釣田修宏，米倉亜州夫，伊藤秀敏，万治孝治：アルカリ骨材反応を生じたコンクリート橋台の劣化性状，土木学会第55回年次学術講演会，V-308，（2000年）
- 4) 鈴木充寛，米倉亜州夫，塩形幸雄，財津公明：アルカリ骨材反応を起こしたRC橋台のCFRP格子による補強，土木学会中国支部第52回研究発表会，V-23，pp.613～614，（2000年）
- 5) 日本工学コンクリート協会：自然環境とコンクリート性能評価に関するシンポジウム，自然環境とアルカリ骨材反応，pp.88～123，（2005年）
- 6) ASUO YONEKURA, HIDETOSHI ITO, KENICHI KURIBAYASHI, YUKIO FUJITA, MASATAKA USIO: Effect of Thermal Changes Expansion Caused by Alkali Aggregate Reaction in a Concrete Retaining Wall, Special SP Publication ACI, (2003. 6)
- 7) 中部セメントコンクリート研究会編：コンクリート構造物のアルカリ骨材反応，pp.56～61，理工学社発行，（1990年）