

論文

亜硝酸リチウム圧入によって補修した ASR 劣化部材の耐荷性能に関する実験的研究

高木 雄介^{*1}, 福嶋 孝啓^{*1}, 大畑 卓也^{*2}, 小林 孝一^{*3}, 六郷 恵哲^{*3}

An Experimental Study on the Mechanical Performance of ASR-Deteriorated RC Member Repaired by Lithium Nitrite Injection

Yusuke TAKAGI^{*1}, Takahiro FUKUSHIMA^{*1}, Takuya OHATA^{*2},
Koichi KOBAYASHI^{*3} and Keitetsu ROKUGO^{*3}

要旨：本研究では、ASRによるコンクリートの膨張量を2水準設定し、それぞれに達した時点で亜硝酸リチウム圧入による補修を実施。膨張抑制効果の劣化程度による違い、また、耐荷性能への影響について検討を行った。リチウム圧入した供試体では膨張が収束しており、膨張抑制効果が確認された。円柱供試体の圧縮試験より、圧入を行わなかった供試体と比較し静弾性係数の増大が見られ、はり部材のASRによる曲げ剛性の低下の緩和が確認されたが、はり部材の力学特性に対する顕著な影響は確認できなかった。

キーワード：ASR、亜硝酸リチウム圧入、補修、耐荷性能

1. はじめに

近年、アルカリシリカ反応(以下、ASR)によるコンクリート構造物の劣化が問題となっている。ASR劣化によるコンクリートの強度、静弾性係数の低下や、隅角部での鉄筋破断が構造的に深刻な問題を及ぼす可能性がある。しかし、これに対する有効な対策方法が見出されていないのが現状である。そのような中、ASRの補修工法の一つとして亜硝酸リチウムを圧入することにより、膨張を抑制させるASRリチウム工法が注目されている。¹⁾²⁾

本研究では、ASR劣化した供試体に対して亜硝酸リチウム圧入を適用し、主に力学的性能について検討を行うこととした。またリチウムを圧入する時のASRによる劣化度が異なることが、その後の性能に影響を及ぼすかを検討するため、劣化程度の異なる供試体に圧入を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントに普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比は57%として、普通骨材を用いた普通コンクリート(以下、NC)、細骨材および粗骨材の両方に反応性骨材を用いたASRコンクリート(以下、ASR)の2種類を用いた。ASRコンクリートは細骨材のうち70%を北海道産の安山岩の砕砂である反応性骨材とし、粗骨材のうち50%を北海道産の安山岩の砕石である反応性骨材とした。この混合比率は、福嶋らの研究³⁾で最も大きい膨張を示したペシマム比率である。また、コンクリート中の等価アルカリ量が 12kg/m^3 となるようにNaClを添加した。

リチウム圧入に使用した材料について、以下に示す。ASR抑制剤は亜硝酸リチウム40%水溶液を使用した。ひび割れ注入材は、適用ひび割

*1 岐阜大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 博士前期課程

*2 岐阜大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 博士後期課程

*3 岐阜大学工学部社会基盤工学科 教授

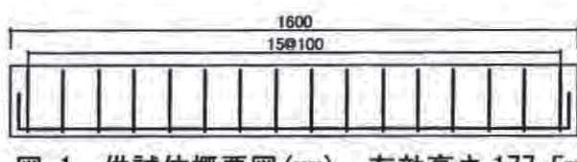


図-1 供試体概要図 (mm) 有効高さ 177.5mm



図-2 リチウム圧入位置 (mm)



図-3 プラグ取り付け位置 (mm)

表-1 供試体一覧

供試体名	供試体番号	劣化の有無	圧入時期	載荷時期
NC	1,2	なし	なし	打設後28日
劣化あり リチウムなし	1,2	あり	なし	促進81日
	3,4			促進147日
	5~12			—
劣化小 リチウムあり	1,2		促進81日目 約2000μ	促進147日
	3,4			促進249日
	5,6			—
劣化中 リチウムあり	1,2		促進147日目 約4000μ	促進249日
	3,4			—
	5,6			—

れ幅 0.2~0.5mm のセメント系注入材とし、表面漏出防止材としてポリマーセメントモルタルを使用した。

2.2 供試体概要

供試体の寸法を図-1 に示す。引張側鉄筋に 2-D13($f_y=390$)、せん断補強筋には D6 鉄筋を配筋し、せん断スパン比 a/d を 3.10 として、曲げ引張破壊が先行するように設定した。

普通コンクリート(NC)供試体を比較用として 2 体作製し、打設 28 日後に載荷試験を行った。ASR 供試体は 24 体作製し、リチウム圧入の時期を劣化度により、リチウム圧入を実施しないものも含めると 3 種類設定した。ASR 供試体はすべて打設 28 日後に劣化促進室(温度 35~40℃、湿度 100%)に静置し、劣化促進を開始した。

表-1 に供試体一覧を示す。過去の同様の骨材、配合を用いた研究成果により鉛直膨張量が 6000μ 程度に達すると予測されたため、劣化の程度を小(2000μ 程度)、中(4000μ 程度)、大(6000μ 程度)となった時にリチウム圧入を実施することとした。なお、劣化大についてはリチウム圧入、載荷を未実施で ASR の促進を継続している。促進 81 日目(膨張量 2000μ 付近の時点)に、“劣化小リチウムあり”へのリチウム圧入を行った。また、比較用に“劣化ありリチウムなし”2 体の載荷試験を行った。“劣化小リチウムあり”については、リチウム圧入後再び促進室に戻し、再度 ASR 促進を行った。

次に、促進 147 日目(“劣化ありリチウムなし”

の膨張量が 4000μ 付近の時点)に、“劣化中リチウムあり”へのリチウム圧入と、“劣化ありリチウムなし”および“劣化小リチウムあり”のうち各 2 体の載荷試験を行った。

促進日 249 日目に各劣化程度におけるリチウム圧入後の耐荷性能への影響を確認するため、“劣化小リチウムあり”と“劣化中リチウムあり”各 2 本の載荷を行った。

なお、全ての劣化度に対して φ100mm × H200mm の円柱供試体を 3 本ずつ作製し、梁供試体と同条件下で促進させ、梁の載荷試験と同時期に圧縮試験を行った。

2.3 リチウム圧入手順

圧入する亜硝酸リチウムはコンクリート中の Li/Na モル比が 0.8 となる量とし、圧入施工時のリチウム圧入量および圧入時間の算定では、ASR リチウム工法協会の基準書²⁾に準拠した。まず、圧入したリチウムが表面に漏出するのを防止するために、幅 0.2mm 以上のひび割れに、ひび割れ注入材を注入し、リチウム表面漏出防止材として供試体全面にポリマーセメントモルタルを厚さ 2mm で被覆した。次にリチウム圧入のための φ10×100mm の圧入孔を削孔した。

圧入孔の位置を図-2(図中斜線が圧入孔)に示す。そして、注入圧力を 5MPa に設定し、コンクリート内にリチウムを供給した。円柱供試体は打設時上面に同様に φ10×100mm の圧入孔を削孔して圧入を行った。なお、梁供試体劣化小の段階でリチウム圧入を実施した際に、リチ