

-4の計算値は、表-3に示したコンクリートの圧縮強度と静弾性係数より、等価応力ブロックを用いて求めた。

また、梁中の鉄筋は発錆が生じているが、本実験では錆の考慮はしていない。

3.2で述べたように圧縮強度は約3割程度低下していた。曲げ載荷試験でも同様にASRによる若干の耐力の低下が見られるが、低下率は1割程度でありそれほど大きくはない。はりの耐力にコンクリートの強度が及ぼす影響がそれほど大きくないため、コンクリートの強度がASRによって大きく低下してもはり自体の耐力には影響が小さい為である。

普通コンクリート供試体や、比較的劣化の少ない供試体はたわみ15mm程度で圧壊が生じ、荷重の急激な低下が見られるのに対して、ASRが進行したものは急激な低下は見られない。これはASRによって生じたひび割れが多数存在し、これらが載荷によって徐々に開口し、急激な圧壊が生じにくかったためであると考えられる。

また、現時点ではリチウムを圧入したことによるRCはり部材の耐荷性能への影響は殆ど見

られない。圧縮試験の結果から、リチウム圧入によってその後のASRの進展が抑制され、コンクリートの強度がある程度維持されていることが分かったが、促進期間も短い為、劣化が大きく進行してから再度調査をする必要がある。

一方、部材の曲げ剛性のうち、ひび割れ発生時までの曲げ剛性の計算値を次式にて求めた。

$$EI = E_c \cdot I_g \quad (1)$$

ここで、 E_c ：圧縮試験から求めた静弾性係数、 I_g ：コンクリートの全断面を有効とした時の断面二次モーメント。

また、引張鉄筋降伏時の曲げ剛性の計算値は、次式にて求めた。

$$EI = E_c \cdot I_{cr} \quad (2)$$

ここで、 E_c ：圧縮試験から求めた静弾性係数、 I_{cr} ：引張域のコンクリートを無視したひび割れ断面の断面二次モーメント。

一方、部材の曲げ載荷試験の結果から、曲げ剛性の実験値を次式に求めた。なお、本来は部材内で断面剛性は一定ではなく、特に本研究の場合のようにASRが生じて膨張ひび割れが多数発生している場合にはさらにそのばらつきは大きい、ここでは簡易的に一定として求めている。

$$EI = \frac{Pa}{24\delta_{max}}(3l^2 - 4a^2) \quad (3)$$

ここで、 P ：載荷点1つにかかる荷重、 l ：スパン長、 a ：支点から載荷点までの距離、 δ_{max} ：スパン中央のたわみ。

また、実験値から求める曲げ剛性のうちの載荷初期の値については、NC供試体では曲げ載

表-4 曲げ載荷試験結果

供試体名	供試体番号	計算値			実験値			破壊性状
		最大荷重(kN)	曲げ剛性(kN/m ²)初期	曲げ剛性(kN/m ²)降伏時	最大荷重(kN)	曲げ剛性(kN/m ²)初期	曲げ剛性(kN/m ²)降伏時	
NC	1	58.0	2199	903	61.6	1398	592	曲げ破壊
	2							
劣化あり リチウムなし	1	56.9	794	583	58.6	753	602	曲げ破壊
	2							曲げ破壊
	3							曲げ破壊
	4							曲げ破壊
劣化小 リチウムあり	1	57.0	1308	749	59.3	1452	713	曲げ破壊
	2							曲げ破壊
	3							曲げ破壊
	4							曲げ破壊
劣化中 リチウムあり	1	54.4	844	604	53.4	956	694	曲げ破壊
	2							曲げ破壊

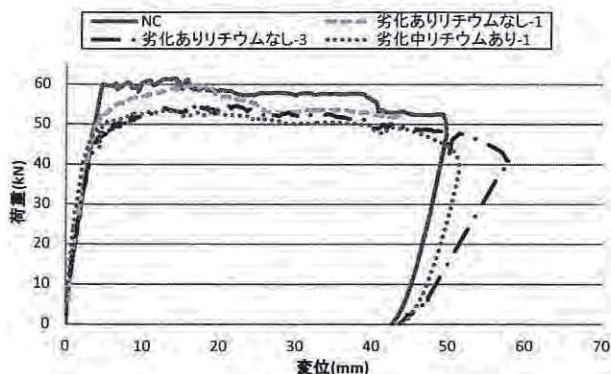


図-7 曲げ載荷試験結果-1

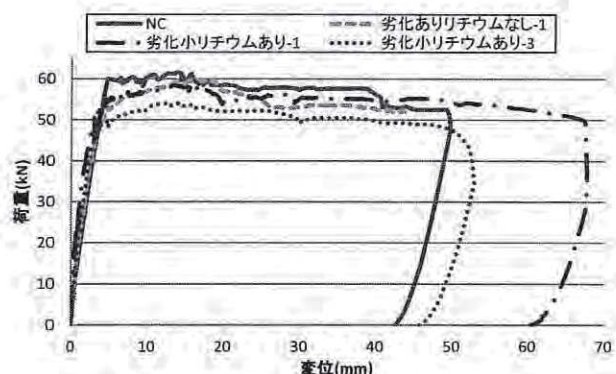


図-8 曲げ載荷試験結果-2

荷中のひび割れ発生時における荷重および変位を用いて算出したが、ASR 供試体では劣化によるひび割れが載荷前から生じており、 π ゲージによる測定結果からも曲げひび割れ発生点が不明瞭である。そこで図-7、図-8における載荷初期のグラフの傾きの変曲点(約 10kN 程度)の荷重と変位を用いて曲げ剛性を算出した。

耐荷力とは異なり、曲げ剛性には ASR の影響が大きいことが表-4 から明らかである。

実験値の曲げ剛性を比較してみると、促進 147 日目に載荷した“劣化ありリチウムなし”の 3、4 では、引張鉄筋降伏時の値が低下していることがわかる。次に“劣化小リチウムあり”1~4 では、載荷初期では NC とほぼ同等の値を示し、引張鉄筋降伏時ではばらつきはあるものの、リチウム圧入していない供試体よりも高い値となった。“劣化中リチウムあり”の供試体も同様に“劣化小リチウムあり”の供試体よりも低い値になっているが圧入を行っていない供試体よりも高い値となっている。

ASR による静弾性係数の低下を考慮して計算した曲げ剛性が実験結果の傾向をよく再現していることから、上記のような ASR やリチウム圧入の部材剛性への影響は、主にコンクリートの物性の変化によるもの、と推察される。リチウムの効果によってゲルが改質された効果による影響、圧入孔に充填したグラウト材の強度や弾性係数がコンクリートよりも高いことや、充填したグラウト材がひび割れに侵入し、劣化した供試体が再び一体性をもち、部材の剛性が回復したと考えた。

4. まとめ

本研究では、ASR 劣化した RC 部材に亜硝酸リチウム圧入を行い、再度 ASR 促進環境下に一定期間置き、その後載荷試験を行うことで、圧入後における部材の耐荷性能を評価することを目的とした。反応性骨材を用いた供試体を ASR 促進させ、膨張量を基準とした劣化度によってリチウムの圧入時期および載荷時期を分けた。

また、劣化の大きい供試体に対してもリチウム圧入を行い、この補修方法による膨張抑制効果について検討を行った。本研究より得られた結論を以下に示す。

1) 膨張量

- ・リチウム圧入を行った供試体では膨張が収束している傾向にあり、リチウム圧入による効果が見られた。

2) コンクリートの物性

- ・リチウム圧入によって圧縮強度および静弾性係数の低下を軽減できた。
- ・リチウムを圧入した供試体では、リチウムによってゲルが改質された効果によって静弾性係数が増加した可能性がある。
- ・グラウト材がひび割れに侵入したことにより、部材の剛性が回復した。

3) はり部材の物性

- ・曲げ剛性の計算値、実験値ともに、リチウムの供給がなく膨張が大きい“リチウムなし 劣化あり”の値が特に低下していた。
- ・リチウム圧入工を実施することで剛性の低下が緩和され、補修の効果を確認したが耐荷性能には大きな影響は見られなかった。

本研究のように、劣化が大きく進行してからリチウム圧入を実施した検討例はなく、各供試体の膨張量や耐荷性能の評価を、今後も続ける必要があると考える。

参考文献

- 1) 江良和徳：リチウムイオン内部圧入による ASR 抑制効果に関する研究、京都大学 博士論文、2010.3
- 2) ASR リチウム工法協会：アルカリ骨材反応抑制工法 ASR リチウム工法技術資料改訂版 2012 月 4 月 1 日改訂。
- 3) 福嶋孝啓、小林孝一、六郷恵哲：ASR 劣化した RC 部材のせん断耐荷性能および後施工型鉄筋によるせん断補強効果に関する検討、アップグレード論文報告書、第 12 巻、pp.1042-1049、2012。