

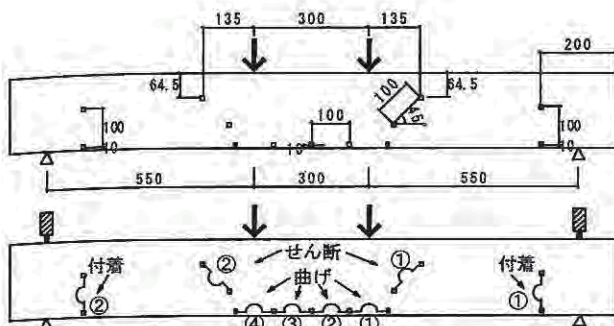


図-4 π 型ゲージ設置位置(mm)

ウム圧入に要した時間が長かったため、劣化中では圧入孔を増やした。

2.4 膨張量測定

膨張量測定を行うために埋め込んだコンタクトゲージ用プラグの位置を図-3に示す。プラグは供試体側面に埋め込み、端部から200mmの地点より片面8ヶ所にプラグを埋め込んだ。鉛直方向は100mm、供試体軸方向は200mmを基長とし、供試体軸方向の上面側2ヶ所(区間1, 3)下面側2ヶ所(区間2, 4)および鉛直方向4ヶ所(区間5~8)、計8ヶ所で長さ変化を測定し、各供試体の膨張量の経時変化を調査した。なお、各測定箇所において膨張の変化量に差があるため、本研究では劣化度の判定の際に鉛直方向の膨張量を用いた。円柱供試体も同様に180°正対する側面2ヶ所に基長100mmでプラグを埋設し、膨張量を測定した。

2.5 曲げ載荷試験

リチウム圧入を実施した梁、円柱供試体は、載荷の直前に圧入孔を市販の無収縮グラウト材1袋(25kg)当たり水4.3ℓで練混ぜ、埋め戻した。

曲げ載荷試験は、等モーメントスパン300mm、せん断スパン550mmの2点載荷とし、変位は高感度変位計により、支点位置2ヶ所、荷重載荷位置2ヶ所およびその中点、計5ヶ所で計測した。また、ひび割れ幅の計測のための π 型ゲージを、曲げひび割れが発生すると想定した4ヶ所、せん断ひび割れが発生すると想定した2ヶ所、主鉄筋位置での付着割裂ひび割れが発生すると想定した2ヶ所に設置した。図-4に π 型ゲージの設置位置を示す。

表-2 はり供試体膨張量

供試体名	最終膨張量(μ)			リチウム圧入	測定時期
	鉛直方向	軸方向上側	軸方向下側		
劣化あり リチウムなし	1	2125	2728	無し	促進81日
	2	1998	2725		
	3	3728	5145		
	4	3650	5713	無し	促進147日
	5	4303	7310		
	6	4555	5753		
	7	3808	8155	無し	促進247日*
	8	3963	6350		
	9	3593	5428		
	10	3045	4893		
	11	3923	4660		
	12	3945	5053		
劣化小 リチウムあり	1	2243	3563	促進81日目約2000 μ	促進147日
	2	2623	5048	促進81日目約2000 μ	促進249日
	3	2720	4555	促進81日目約2000 μ	促進249日*
	4	2900	3950	促進81日目約2000 μ	促進249日*
	5	3510	4603	促進147日目約4000 μ	促進249日
	6	4395	4830	促進147日目約4000 μ	促進249日*
劣化中 リチウムあり	1	4293	5873	促進147日目約4000 μ	促進249日
	2	4325	5995	促進147日目約4000 μ	促進249日*
	3	5088	6743		
	4	4840	5743		
	5	4955	5343		
	6	3658	5293		

*は載荷未実施

3. 実験結果および考察

3.1 膨張量

はり供試体の載荷直前の膨張量の測定結果一覧を表-2に示す。また、表中の「軸方向上側」の値は図-3における区間1, 3の膨張量の平均値、「軸方向下側」の値は区間2, 4の平均値、「鉛直方向」の値は区間5~8の平均値となっている。それぞれの値のプラスは膨張を表す。

表-2より、各供試体を比較すると2000 μ 時にリチウム圧入を行った載荷を行っていない供試体の膨張量は、4000 μ 時に圧入を行った供試体の膨張量よりも小さく、リチウムによる膨張の抑制が見られる。一方、リチウム圧入を行っていない供試体は行った供試体より膨張量が小さい。本研究では、ASR供試体を24体作製し、すべて同時に促進を開始した。その後、定期的に膨張量測定を行い、第1回リチウム圧入時の目標膨張量である2000 μ 付近に、先に到達した供試体6体に対しリチウム圧入を実施した。次の第2回リチウム圧入時についても同じく、先に膨張量が4000 μ 付近に達した供試体6体にリチウム圧入を実施したため、結果的に比較的膨張量の小さかった供試体が残ったと考えられる。

図-5に円柱供試体の膨張量の変化を示す。図中の長鎖線は左からそれぞれ“劣化小リチウムあり”と“劣化中リチウムあり”に対するリチ

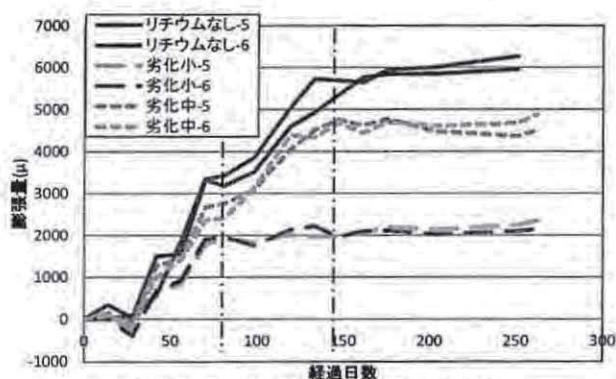


図-5 円柱供試体膨張量変化

ウム圧入時期を表す。個体差が少ない円柱供試体の膨張量を比較すると、リチウム圧入をしていない供試体は膨張が 6000 μ 程度まで達したのに対し、2000 μ 時、4000 μ 時にリチウムを圧入した供試体はそれぞれ圧入直後に収束傾向にある。このことからリチウムによって ASR 膨張が十分に抑制されていることが確認された。

一方、同様に、図-6 にはり供試体の鉛直方向(区間 5~8)の膨張量の経時変化を示す。円柱供試体の場合と比較すると、リチウム圧入の実施の有無や適用の時期が膨張の進展に与える影響は小さい。これは鉄筋による拘束の影響があること、また、円柱供試体と比較して、一つの圧入孔でカバーするコンクリート中の体積が大きいことから、リチウムのコンクリート中への浸透にばらつきが生じたものと考えられる。しかし、圧入により膨張が抑制される傾向は見られる。

3.2 圧縮強度試験

円柱供試体の圧縮強度試験を、各パターン 3 体ずつ行い、その結果を表-3 に示す。なお、グラウトの断面積と強度に対しては、今回の試験では考慮していない。

“リチウム圧入なし”については、促進 81 日目の圧縮強度は劣化前と比べてほぼ同じであるが、ASR 劣化により静弾性係数が 7 割程度低下している。促進 147 日目では圧縮強度が 3 割程度低下し、静弾性係数もさらに低下している。しかし、促進 81 日目(2000 μ 付近)にリチウム圧入を行った供試体では促進 147 日目でも圧縮強度は維持され、静弾性係数の低下率も 4 割程度に留まった。さらに劣化させた促進 249 日目の圧

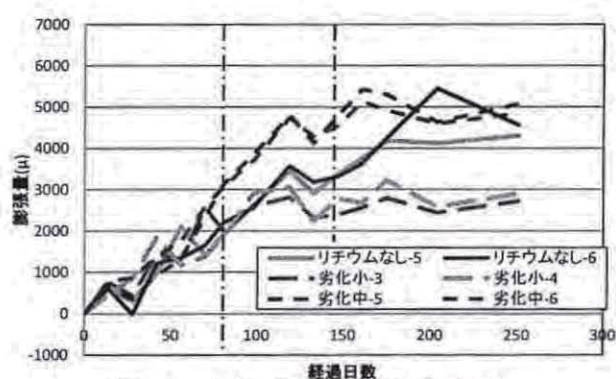


図-6 はり供試体膨張量変化

表-3 圧縮試験結果

供試体名	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	圧入時期	載荷時期
NC	37.8	28.8	なし	打設後28日
劣化あり リチウムなし	32.7	28.8	なし	劣化前
	31.6	8.4		促進81日
	25.3	7.1		促進147日
劣化小 リチウムあり	31.9	15.7	促進81日目	促進147日
	27.3	18.7	約2000 μ	促進249日
劣化中 リチウムあり	23.0	9.1	促進147日目 約4000 μ	促進249日

縮試験では、圧縮強度の若干の低下は見られるものの静弾性係数では低下することはなかった。

以上より、リチウム圧入によって圧縮強度は十分に、静弾性係数はある程度、低下が抑制されるという結果が得られ、補修による効果を確認することができた。また、2000 μ 時にリチウム圧入した供試体“劣化小リチウムあり”については、リチウム圧入により、圧入時の力学的特性がそのまま維持され、リチウム圧入無しの供試体の促進日数 81 日の時点と同等の物性が得られることを予想していた。しかし、圧縮強度はほぼ同等であるが、静弾性係数についてはリチウムを圧入した供試体の値が上回る結果となった。さらに、促進 249 日目ではさらに静弾性係数の増加が確認された。これは、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もあるが、リチウム圧入時に、その表面漏出防止を目的としてひび割れ注入を実施したことも原因と考えられるため、今後の検討課題としたい。

3.3 曲げ載荷試験

はり部材の曲げ載荷試験時の最大荷重および曲げ剛性の計算値および実験値を表-4 に、荷重-たわみ関係の実験値を図-7、図-8 に示す。表