

遷移材齢時コンクリートのリラクセーション特性の実験的評価

名城大学大学院 学生会員 三堀 崇 名城大学 犬飼 英和
名城大学 正会員 石川 靖晃 名城大学 坂井田 雄二

1. 序論

リラクセーション現象は、力学的には除荷による時間依存現象である。故に主として粘弾性が支配的であり、载荷応力レベルが80%以内であれば応力レベルに依存しないとされてきた¹⁾²⁾。しかしながら著者らの実験³⁾によればポストピーク以降においては遷移材齢時コンクリートのリラクセーション現象は損傷の影響を強く受け、応力依存性となることを示唆してきた。だがデータが少なく、载荷応力レベルとリラクセーションの関連メカニズムを示すのに十分とは言えなかった。そこで本研究では载荷応力レベルをピーク前とピーク後に3点ずつとり、载荷応力レベルとリラクセーションの関連性について実験的評価を行った。

2. 実験概要

表-1

粗骨材 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m ³)			
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
15	7	2	55	49	193	351	870	896

配合は表-1に示す通りである。φ10×20cmのコンクリート円柱供試体を作製し材齢12, 24, 36, 48時間及び28日に達した時、図-1に示す試験装置を用いて、それぞれ一軸圧縮試験を行った。供試体は打設後、温度20℃、湿度80%の室内で12時間気中養生し、その後水温20℃の水槽内で所定の材齢に達するまで水中養生した。ただし、12時間については気中養生後直ちに一軸圧縮試験を行った。また供試体は打設後6時間で水セメント比27%のセメントペーストを用いてキャッピングを行った。

圧縮強度試験は図-1に示す装置を用いて行った。それぞれの供試体に対して所定の応力レベルまで一定ひずみ速度(50μ/sec)で一軸载荷を行った。応力レベルは図-2の様にピークのひずみをε_c、一軸圧縮強度をf_cとし、ピーク前では、基準の一軸圧縮強度の0.5(type1), 0.7(type2), 0.9(type3)倍としピーク後では一軸圧縮強度発生時の軸ひずみを基準とし、その軸ひずみが1.2(type4), 1.4(type5), 1.8(type6)倍となった時とした。所定のひずみに達した後、軸ひずみ速度を所定の時間経過するまで0とし、その後最初の軸ひずみ速度で再载荷を開始した。ここでの所定時間を以下ではHold時間とした。このHold時間は3時間とし、0.5時間、1時間、3時間の3通りでデータをまとめた。

3. 低減率の実験評価

前節で得られた一軸圧縮試験結果の傾向は模式的に図-3のように表わされる。ここでHold時間経過後の応力の低減率rを式-(1)で定義する。ここでσ_{max}は軸ひずみ速度を0とした瞬間の軸応力、σ_{min}はHold時間経過後の軸応力を表わす。

$$r = \sigma_{min} / \sigma_{max} \times 100 (\%) - (1)$$

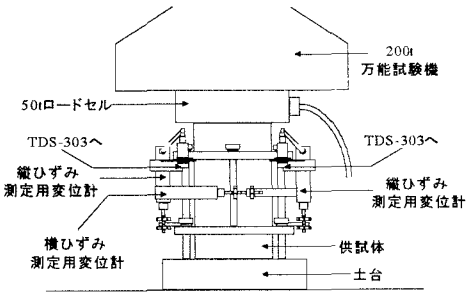


図-1 正面から見た試験装置

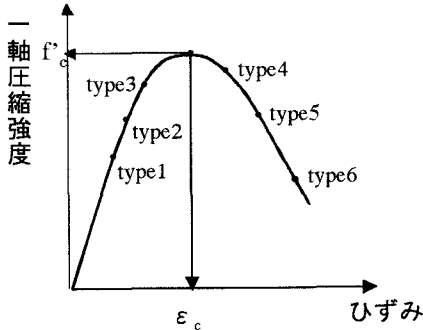


図-2 軸ひずみ速度を0にする応力レベル

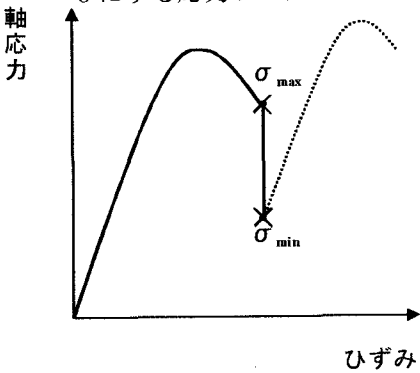


図-3 低減率における記号の定義

3-1 低減率と応力レベルの関係

図-4の(A)に Hold 時間は1時間におけるピーク前の応力レベルの違いによる応力の低減率と載荷材齢との関係を示す。応力レベルは type1 が最も小さく type3 が最も大きいのであるが、応力レベルが大きくなるにつれて低減率が小さくなっていることが分かる。例えば材齢 36 時間のところに注目すると、type1 では低減率 85%，type2 では 80%，type3 では 75% 付近まで応力が低下していることが分かる。つまりピーク前では応力レベルによって低減率が異なり、応力レベルが大きくなるにつれて、低減率は減少していることがわかる。

図-4の(B)に Hold 時間は1時間におけるピーク後の応力レベルの違いによる応力の低減率と載荷材齢との関係を示す。応力レベルは type4 から type5, type6 と大きくなっているが低減率は材齢 12 時間のケースを除けばいずれも 70% 程度であることが分かる。ここでは応力レベルによる低減率の違いは見られず、いずれも低減率は 70% 程度になっていることが分かり、応力レベルによる低減率の違いはないと考えられる。

このことから図-4の(C)に Hold 時間 1 時間、材齢 36 時間における応力レベルと低減率の関係を示す。プレピーク(type1～type3)では応力レベルと共に低減率は減少するが、ポストピーク(type4～type6)では低減率は応力レベルにほとんど依存しない事が実験的に確認された。

3-2 Hold 時間と低減率の関係

図-5に Hold 時間の違いによる応力の低減率と載荷材齢との関係を示す。図よりどの Hold 時間においても、顕著な低減率の違いは見られず、このことから軸ひずみ速度を0とした瞬間より急激に応力緩和が始まりその後なだらかに減少している事がわかる。このことは中村らの行った実験的検討⁴⁾で軸ひずみ速度を0とした直後から30分程度で間隙水圧が急激に消散し、水和反応の進行と共にコンクリートに内部空隙が形成され内部空隙に発生する負圧の影響を受け急激な消散を示している事を考えると妥当な結果であると思われる。

4.まとめ

- ・ピーク前の応力レベルにおいては、応力レベルが大きくなるにつれて、低減率は減少していた。
- ・ピーク後の応力レベルにおいては、応力レベルによる応力の低減率の違いはなかった。
- ・応力の急激な緩和と間隙水圧の急激な消散に関連性がうかがえる。しかしながらこれらの理論的解明はなされておらず、特に水分移動や間隙水圧の消散等の関連性については今後の課題である。

参考文献

- 1) 石川靖晃：不飽和多孔質材料としての遷移材齢時コンクリートの構成則ならびに構造挙動に関する研究，名古屋大学学位論文，1999. 10
- 2) 森本博昭，平田正成，小柳治：若材齢コンクリートのリラクセーション特性とその評価法に関する研究，土木学会論文集，No.396，v-9，pp. 59-68，1988. 8
- 3) 石川靖晃，藤原武司，浅川祐人海，三堀崇：損傷を受ける遷移材齢時コンクリートの強度回復特性に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.2，pp763，2001. 7
- 4) 中村貴彦：コンクリート内部の間隙水圧のヒステリシスに関する一考察，名城大学修士論文，1998，3

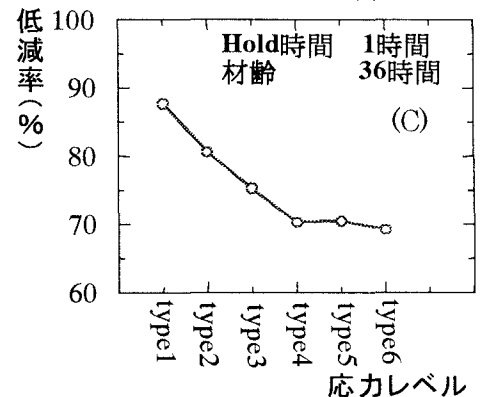
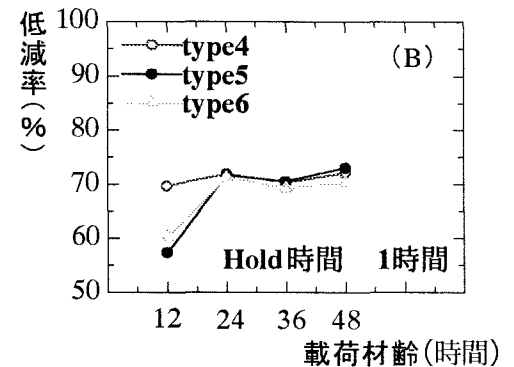
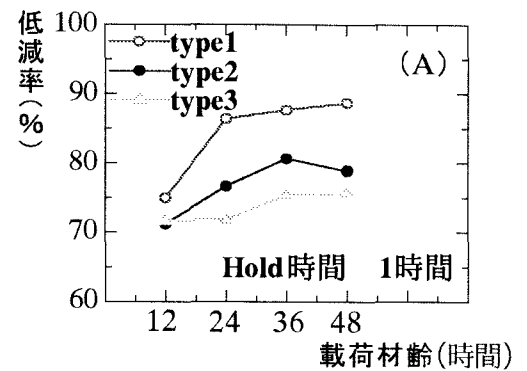


図-4 応力レベルと低減率の関係

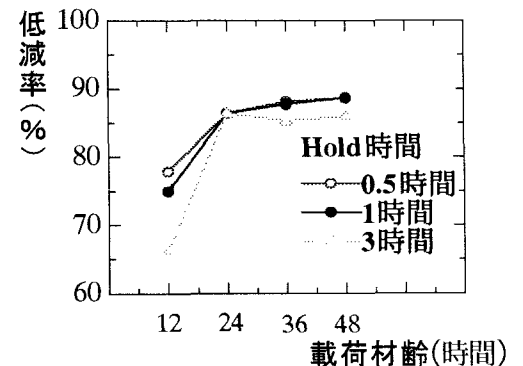


図-5 応力の低減率と載荷材齢の関係