

コンクリートにおけるカイザー効果に及ぼす載荷速度の影響

東北大学工学部 学生員 ○兼森 寛明

同上 正員 佐武 正雄

同上 正員 新聞 茂

1 はじめに

ある試験体に応力履歴がある場合、最大履歴応力に達するまで、ほとんどAE（カースティック・エミッション）が発生しない現象は、カイザー効果と呼ばれている。コンクリートにおけるカイザー効果についてRischは、破壊応力の90～85%以上の最大履歴応力の推定は困難である事を指摘している。

本文は、(a)載荷速度と履歴応力の載荷レベルがカイザー効果に及ぼす影響、及び (b)履歴荷重が高速度で載荷された供試体のカイザー効果について検討する。

2 実験方法

使用した供試体は全て材令7日で表-1に示す配合の円柱供試体(φ10×20cm)である。また載荷方法は全て一軸圧縮試験である。

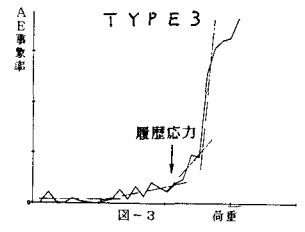
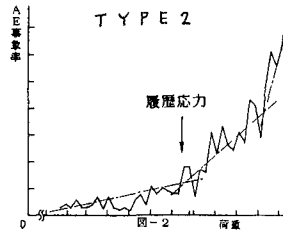
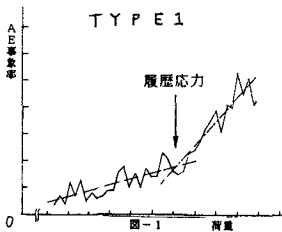
実験(a) 各供試体の載荷方法は表-2の様に同一載荷速度で4回載荷するが、1回目載荷で破壊強度の30～50%、2回目で50～80%、3回目必ず80%以上になる様にして4回目で破壊させる。載荷速度は0.9, 3.6, 5.4 t/min. の3種類とする。

なお、端部拘束を軽減するために供試体端部にはグリースを塗り、ゴムシートとテフロンシートを載荷板と供試体の間にはさんで載荷した。

実験(b) 1回目に加速度(最大314 t/s)のある速い荷重速度(平均2.5 t/s)で載荷し、2回目の載荷でカイザー効果を利用して最大履歴応力を判読する。なお、載荷板と供試体の間にゴムシートをはさんで載荷した。

3 結果と考察

まず、初めに最大履歴応力の判読方法について述べる。従来は図-1の様に2直線の交点で、最大履歴応力を推定することが多いが、最大履歴応力の推定における精度と客観性を向上させるために、本文では、近似直線の型を基本的に3 Typeに分類し、図上の矢印の部分で最大履歴応力を判読する。



実験(a) 読み取った最大履歴応力と実際の応力の差、破壊荷重に対する相対的ずれ(R)と最大履歴応力の推定誤差(K)とをそれぞれ次の様に定義する。

$$R = \frac{\text{履歴応力} - \text{推定履歴応力}}{\text{破壊応力}} \times 100 \quad (\%)$$

$$K = \frac{\text{履歴応力} - \text{推定履歴応力}}{\text{履歴応力}} \times 100 \quad (\%)$$

表-2の第4回目載荷の時、最大履歴応力に達する、前の載荷レベル約70%の時からAE事象が出はじめ、約85%に達すると図-7の様に例外なくAE事象が急増し始める。したがって、カイザー効果はR・J・S・C・Hが指摘した様に明瞭でない。またカイザー効果が明瞭な約70%以下の載荷レベルでは載荷レベルが低い程、破壊荷重に対する相対的ずれRが小さく、かつ載荷速度が遅い程Rと推定誤差とは小さくなるが、載荷速度が1mm/min以下の場合カイザー効果はかなり不明瞭になる。また、Kは載荷レベルが50~80%の場合のうちの小さい。

実験(b) 1回目に加速度を伴う高速度で載荷した後、2回目に載荷した場合のカイザー効果が明瞭に現れなかった例を図-8(a)~(c)に示す。1回目載荷後の供試体の外側から見える損傷の程度を次のグループG-1~G-3に分類する。

- G-1：外側に損傷が全く見られない場合
- G-2：外側に縦方向のクラックが2、3本見える場合
- G-3：形を保っているが横方向のクラックが入りかなり損傷が激しいが強度はそれ程低下していない場合

G-1の場合は一般的にカイザー効果は明瞭だが図-8(a)の様に履歴応力に達する以前にAE事象が頻発するケースもある。G-2の場合はカイザー効果が明瞭な時とそうでない時とがあるがAE事象の発生頻度は最大履歴応力に達する以前は相対的に低い。G-3の場合は強度はそれほど低くないがAE事象は全般的を通じて頻発する。

以上の事から、大きな加速度を伴う荷重の載荷された供試体の最大履歴応力を推定する場合、G-1の様な場合は一般的に推定可能だが、G-2の様な場合は可能な時と不可能な時があり、G-3の様に斜め方向にクラックが発生した時は履歴応力の推定は非常に困難になる。

4 おわりに

本研究では、コンクリートのカイザー効果を使った最大履歴応力の推定に対する載荷速度の影響の基礎的な検討を試みた。カイザー効果は一般に速い載荷速度の方が明瞭になる。また、加速度を伴う高速度の荷重履歴を有する供試体のカイザー効果の明瞭さは、その供試体の損傷状態に依存する。最後に、本研究を行うにあたり御協力いただいた、東北大学土木工学科、国友浩君に謝意を表します。なお、本研究は、昭和61年度文部省科学研究補助金試験研究(I)の交付を受けて行なったものである。

参考文献 AEによるコンクリート構造物の破壊箇所の識別と破壊レベルの予測法の開発：研究代表者 佐武正雄，1986

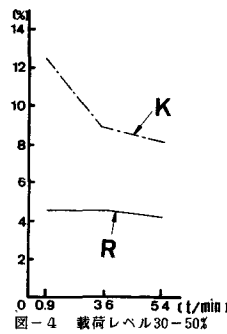


図-4 載荷レベル30~50%

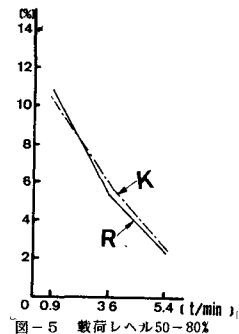


図-5 載荷レベル50~80%

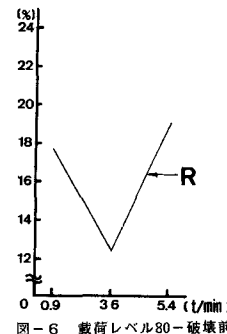


図-6 載荷レベル80%破壊前

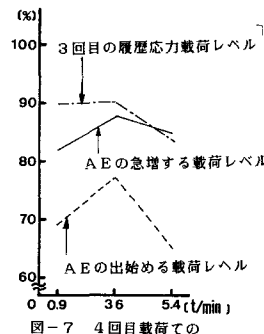
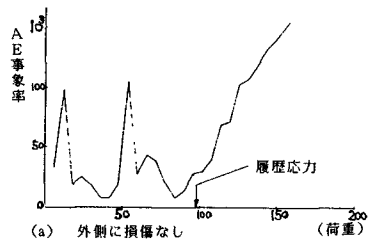
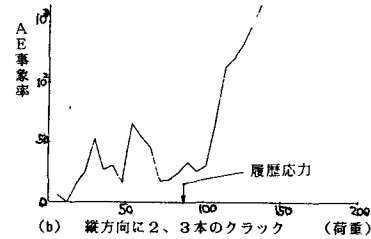


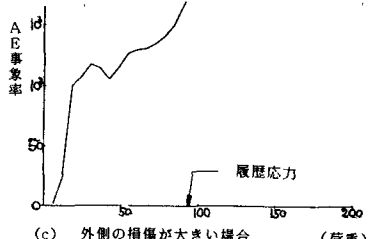
図-7 4回目載荷時のAE発生状況



(a) 外側に損傷なし



(b) 縦方向に2、3本のクラック



(c) 外側の損傷が大きい場合

図-8 1回目に加速度を伴う高速度な荷重を載荷した後の2回目載荷時のAE発生状況