

I - A5

破壊時クラック進行速度に関する実験的研究

日本大学 学生員 ○岡村 武洋

日本大学 正 員 澤野 利章

日本大学 正 員 木田 哲量

正 員 能町 純雄

1. はじめに

クラックは構造物の耐久力をはじめとする諸機能を低下させる。それによる応力集中箇所により局部的なエネルギーの集積が起こり、新たなクラックが発生したり、その進行が促進されて終局的には破壊の原因となる。そのためクラックの成長過程を解明することは重要である。

そこで本研究では、まず切欠きを設けた鋳鉄の供試体に静的荷重を載荷させた際に起こる破壊時のクラック進行速度に着目し、そのクラック進行速度を実験により求め、供試体内部を進行するプレート速度と比較考察を行う。つぎにコンクリートによる曲げ破壊時におけるクラック進行速度を求めるために、モルタルの曲げ破壊時におけるクラック進行速度について考察することとする。

2. 実験方法

供試体は、図-1のように切り欠きを設け、クラックゲージを貼った厚さ3mmの鋳鉄の供試体を用いる。実験にはクロスヘッド移動速度一定で、載荷容量5tfの変位制御引張圧縮万能試験機を使用する。供試体とのつかみ部分には最大載荷容量2tfのくさびチャックを用い、載荷速度1mm/secで引張試験を行い、供試体を破壊させる。このときの時間とともにクラックゲージのグリットが切断されて変動する電圧のデータを直流式動ひずみ測定器により計測し、得られたアナログデータを直接A/D変換を行いながらサンプリング周波数を2000kHzで収録する。この計測結果から、破壊時クラックによってクラックゲージのグリットが順次切断される時の電圧の変化により、その進行時間差を読みとり、クラック進行速度を算出する。

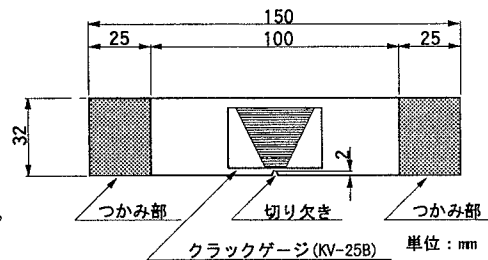


図-1 供試体図

3. 結果および考察

図-2は供試体の破壊時の前後を含めて200μsec間のクラックゲージの電圧変化を時系列で示したものである。これには、供試体の破壊により急激な電圧の変化が見れる。この図の①～②区間におけるクラック進行時間とクラックゲージグリット間隔からクラック進行速度を算出した。その結果4312m/secとなった。クラック進行速度の理論値として式(1)に示すプレート速度を用いることとする。

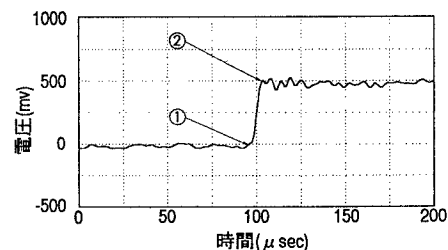


図-2 電圧-時間図

$$C_p = \sqrt{\frac{E}{(1-\nu^2)\rho}} \quad (1)$$

ここで、E：ヤング係数($1.021 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$)、 ν ：ポアソン比(0.2728)、 ρ ：密度($7.172 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$)
この実験においては供試体の厚さが3mmと薄いことを考慮して、このプレート速度が破壊時における供試体

キーワード：クラック進行速度、鋳鉄、モルタル

〒275 習志野市泉町 1-2-1 TEL 0474-74-2460

内の亀裂が伝播する速度とした。式(1)よりプレート速度を算出すると3921m/secとなり、実験結果とほぼ等しい値を得ることができた。この結果より、鋳鉄におけるクラックゲージによる測定法の信頼性が確認できた。つぎに複合材料であるコンクリートにおけるクラック進行速度の測定を試みることにする。コンクリートに生じるクラックには、コンクリート中のモルタル中に生じるモルタルクラック、骨材とモルタルの境界面に生じるボンドクラック、骨材中に生じる骨材クラックがあるとされている。まず、その中のモルタルクラックについて検討を行うことにする。そこで、モルタルのみで製作した供試体の曲げ破壊時におけるクラック進行速度を実験より求めて考察する。

4. モルタルにおける実験および結果

供試体は高さ40mm、幅40mm、長さ160mmの角柱を用いる。その配合は水セメント比を65%、普通ポルトランドセメントと標準砂の質量比を1:2とする。供試体を脱形後28日間水中養生させる。次に図-3に示すような3等分点荷重装置により、JIS A 1106に基づく方法で曲げ試験を行った。このときの計測装置および試験機は鋳鉄のときと同じものを使用する。荷重速度を50mm/secとし、サンプリング周波数を200kHzとする。

図-4、5、6に示す異なる供試体ごとの破壊時における電圧と時間の関係を得た。これらの図は鋳鉄の場合と同様に供試体が破壊されることによって急激に電圧が変化していることが分かる。次に図中の①～②、③～④、⑤～⑥間のように各ステップ間のクラックの進行時間によって、クラック進行速度を算出した。それぞれの供試体において平均した結果を表-1に示す。この算出方法により、測定結果のばらつきを抑えることが可能になったといえる。この表より、クラック進行速度は下縁から上縁に向かうにつれて減少していることが分かる。これは変位制御の荷重荷重減少により生じたものと考えられる。すなわち、本実験で使用した変位制御は、クラック発生時に供試体の耐力が急激に低下するのに伴って荷重荷重も減少するという性質であるといえる。今回の実験結果から水セメント比が65%の供試体の平均クラック進行速度は45m/secになった。

5. おわりに

今後は、コンクリートの破壊時におけるボンドクラックや骨材クラックがクラック進行速度に及ぼす影響について実験検討を進める。

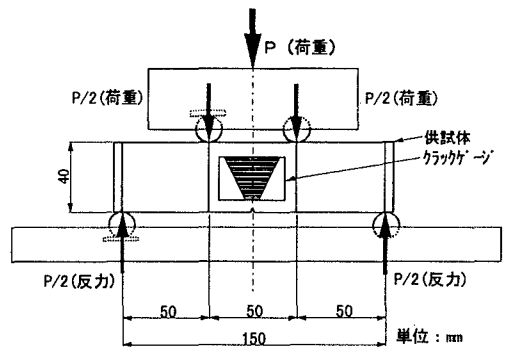


図-3 荷重装置および供試体

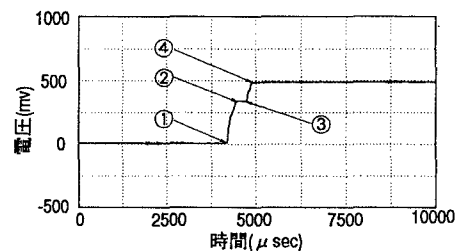


図-4 電圧-時間図(m65-1)

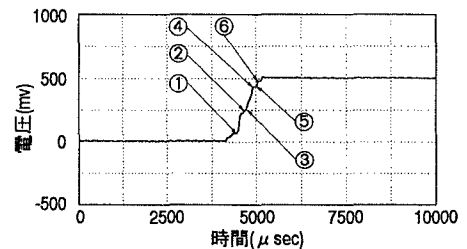


図-5 電圧-時間図(m65-2)

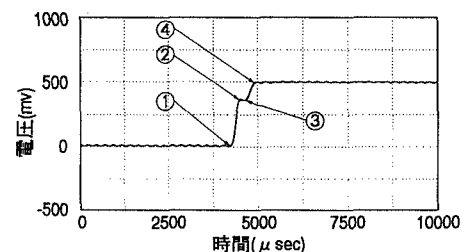


図-6 電圧-時間図(m65-3)

表-1 クラック進行速度

W/G	クラック進行速度 (m/sec)			
	①～②	③～④	⑤～⑥	平均
m65-1	47.2	43.9	—	45.6
m65-2	50.0	44.4	36.4	43.6
m65-3	51.4	40.0	—	45.9