

コンクリート直接二面せん断試験の解析

正会員 岸谷孝一* ○ 同 平居孝之**
同 村上聖***

1 序

コンクリートのせん断強度の測定は、直接一面せん断、間接一面せん断、直接二面せん断、逆対称載荷せん断、押し抜きせん断などの方法によって試みられている。最近これらの試験方法を実験と有限要素法弾性解析により比較検討し、直接二面せん断法がすぐれていることから、その試験方法を提案した研究が報告されている¹⁾。角柱供試体を図1に示すような装置で直接二面せん断載荷し、供試体破断時の荷重を破断面の面積で割った値でコンクリートのせん断強度を評価する方法である。この試験方法について境界要素法(間接法)²⁾により解析を行い、繊維補強コンクリートの場合は繊維をたが止められたいずれの面のせん断強度を調べる事が可能であるが、プレーンコンクリートの場合はせん断強度を測定しているのではないと考えるのでここに報告する。

2 解析手順

図1の直接二面せん断試験は、載荷器具の載荷部と支承部がそれぞれ連結されているので、供試体の軸方向の変位を拘束するような水平方向の反力が作用し、その大きさは治具と供試体の接触状態に左右される。そこで解析上載荷部と支承部の水平方向の拘束を100% (完全拘束、水平変位0で入力)、 $\frac{200}{3}$ % (完全拘束の $\frac{200}{3}$ %の水平反力を入力)、 $\frac{100}{3}$ % (完全拘束の $\frac{100}{3}$ %の水平反力を入力)、0% (水平反力0で入力)の4種類としてモデル化を行った。実験によれば、供試体には載荷過程で曲げ引張側にきれつを生じることが報告されており、図2のように中央断面D-Fの引張側に0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 cmの曲げきれつが存在するときの応力拡大係数を計算して、きれつ成長の判断資料とした。

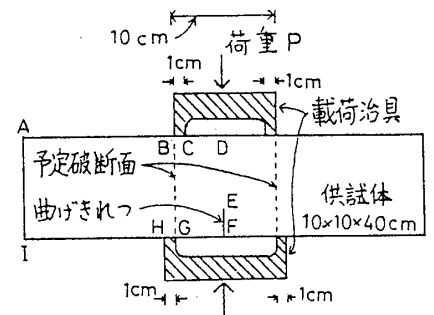


図1 直接二面せん断試験

3 解析結果と考察

図3はきれつが無い場合の中央断面曲げ引張側の縁応力度であり、水平方向の拘束が小さい程縁応力度が大きい。図4は曲げ引張側にきれつが存在するときの、きれつ長さや水平方向の拘束に対応した応力拡大係数である。拘束が小さく水平反力が大きい場合は、きれつ長さが大きくなると応力拡大係数が小さくなるという特徴的な結果が示されている。コンクリートの材料強度を表1のようにモデル化して、曲げ引張側きれつの発生と成長に必要な荷重を試算したのが図5,6である。破壊力学の適用上検討すべき項目を残しているが、水平方向の拘束が大きいと、曲げ引張側きれつの成長につれてさらにきれつを成長させるのに必要な荷重が大きくなる

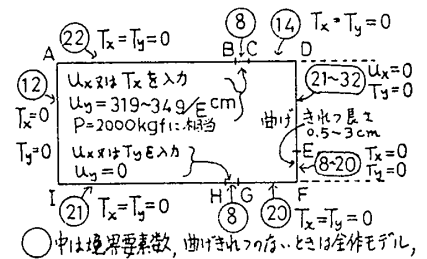


図2 境界要素モデル

表1 コンクリートの性能モデル

	プレーンコンクリート	繊維補強コンクリート
曲げ引張きれつ強度 kgf/cm^2	65	65
限界応力拡大係数 kgf/cm^2	70	150
割裂引張きれつ強度 kgf/cm^2	45	45

という解析結果が出ており、荷重の増加と共に曲げ引張側のきれつが安定成長するという実験報告を裏付けている。予定破断面付近の応力は、図8のような状態を呈している。コンクリートの割裂引張強度を測定するのに、立体的割裂引張試験が採用されており、図7はその応力状態を示したものである。図7と図8は類似性が強く、図1の直接二面せん断試験において予定破断面に割裂引張によるきれつが生じると考えられる。割裂引張応力を予定破断面に存在する最大の引張主応力度で表すと図9になる。表1の材料強度から予定破断面に割裂引張によるきれつが発生する荷重を試算すると、図5,6のX印で表された値になる。水平方向の拘束が小さい場合は、予定破断面のきれつ発生より先に曲げきれつが進展し、最終的に破壊が起きる。これが直接二面せん断試験で従来問題になっていた曲げ破壊である。水平方向の拘束が大きい場合は、曲げ引張側のきれつが成長する過程で予定破

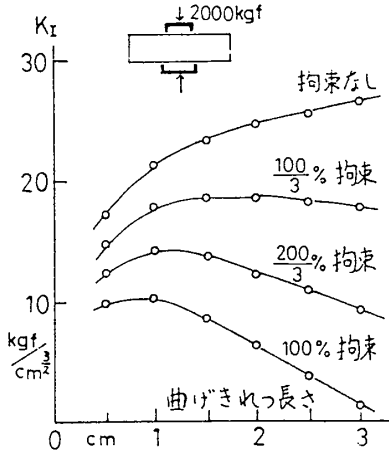


図 4 応力拡大係数 K_I

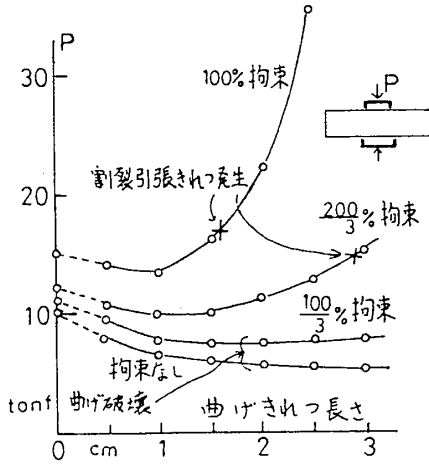


図 5 プレーンコンクリートのきれつ荷重

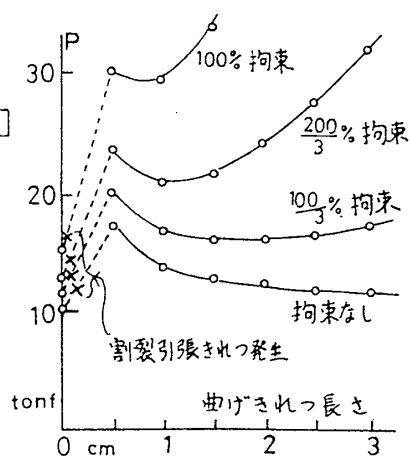


図 6 繊維補強コンクリートのきれつ荷重

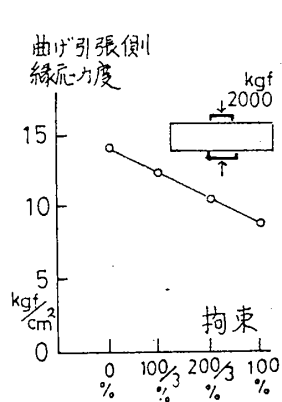


図 3 曲げ引張側
縦応力度

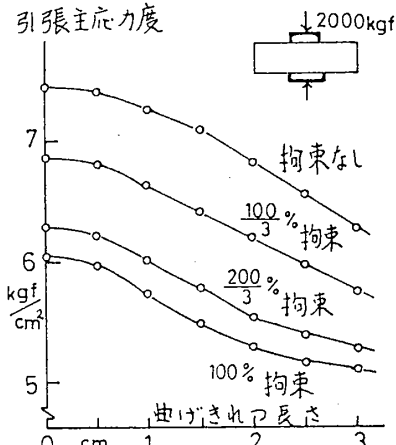


図 9 予定破断面の最大の引張主応力度

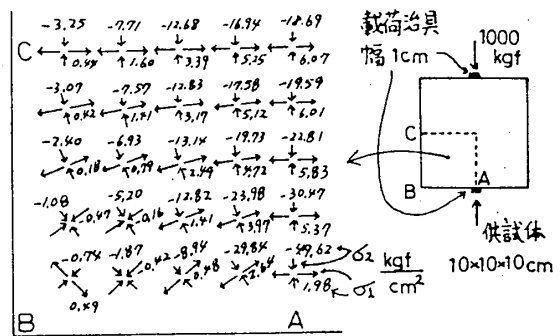


図 7 立方体の割裂引張試験の応力状態

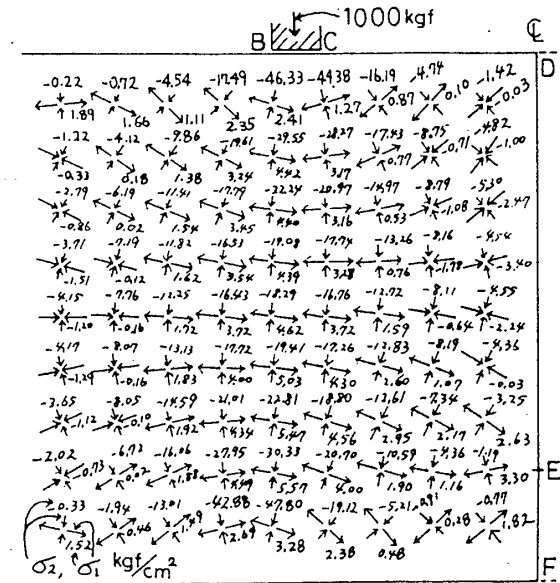


図 8 直接二面せん断試験の応力状態

断面に割裂引張によるきれつが発生する。プレーンコンクリートの場合は、この時点が終局的破壊となり、せん断強度を測定出来るとは考えられない。繊維補強コンクリートの場合は、割裂引張によるきれつが発生した後、繊維でつなぎ止められたきれつ面がせん断荷重を担う。このときの荷重は、繊維でつなぎ止められたきれつ面のずれせん断強度を調べるのに使えらる。なお、繊維でつなぎ止められたきれつ面の負担出来る荷重が割裂引張きれつ発生荷重より小さい場合は、最大荷重が割裂引張きれつ強度に起因するものであるから、繊維でつなぎ止められたきれつ面のずれせん断強度は、載荷過程で測定された最大荷重を用いて計算した値より小さいことに配慮する必要がある。

4 結論

図1の直接二面せん断試験は、曲げ破壊を防ぐことは出来るが、予定破断面に生じるきれつは割裂引張きれつと考えられる。従ってプレーンコンクリートの場合は、せん断強度を測定しているとはいえない。繊維補強コンクリートの場合は、繊維でつなぎ止められたきれつ面のずれせん断強度を調べる事が可能と考えられる。

〈文献〉 1) 魚本健人, 嶋山敏和, コンクリートのせん断強度試験方法に関する基礎的研究, コンクリート工学, 4月, 1981 2) 平居孝元, 重ね合せによる二次元弾性問題の解法に関する考察, 財団法人建設学術協会論文報告集 No.311, 1月, 1982. (* 東京大学教授工博 ** 大分大学助教授工博 *** 東京大学大学院)