

(V-33) 連続繊維シートにより横拘束を受ける高強度コンクリートの圧縮性状

茨城大学大学院 学生員 三井雅一
 茨城大学工学部 正会員 福沢公夫
 茨城大学工学部 正会員 沼尾達弥
 茨城大学工学部 伊藤 誠

1. はじめに

近年、シート状の連続繊維を柱状構造物の最外縁に接着する工法が注目され、多くの研究が行われるとともに実構造物への適用事例も報告されている。連続繊維シートを接着することで、柱状コンクリート内部は横方向の拘束を受け3軸圧縮状態となる。そのため、補強効果を正確に評価するためには拘束を受けるコンクリートの圧縮性状を明らかにする必要がある。この横補強を行うコンクリートの応力-ひずみ関係については多くの研究がなされているが、普通強度のコンクリートを対象とするものが大半である。本研究では、今後、補強の対象になるであろう高強度コンクリートに着目し、コンクリート強度と炭素繊維およびアラミド繊維による横方向補強の効果の関係を実験的に検討した。

2. 実験方法

本研究における実験の要因と水準を表-1に示す。要因として、繊維の種類、繊維拘束圧およびコンクリート強度を取り上げた。繊維は表-2に示す物性値を有する炭素繊維およびアラミド繊維を用いた。また繊維断面積および引張強度より求める繊維拘束圧 σ_{Lf} を式-1より算定した。

$$\sigma_{Lf} = \frac{2 A_f f_t}{D h} \quad (1)$$

ここに、D、h：供試体直径、高さ [mm]
 A_f ：hあたりの繊維断面積 [mm²]
 f_t ：繊維の引張強度 [MPa]

表-1 実験の要因と水準

要因	水準
繊維の種類	炭素, アラミド
繊維拘束圧 [MPa]	13.2, 26.4, 39.7
コンクリート強度* [MPa]	30, 60, 90, 120

*各供試体とも5%以内の水準

表-2 繊維の物性

繊維	厚さ [mm]	引張強度 [MPa]	伸び [%]
炭素	0.110	3824	1.5
アラミド	0.193	2880	2.4

各繊維において繊維拘束圧を一定とするため炭素繊維による巻立て層数を基準とし、アラミド繊維は換算した繊維量を帯状に巻き立てた。供試体には、φ 100 × 200mm の円柱形供試体を用いた。コンクリート強度は表-1に示す 30 ~ 120MPa まで 4 水準について行った。供試体の接着面にはプライマーを塗布し、乾燥後エポキシ樹脂を含浸させた繊維をラップ長 100mm として巻付けた。載荷は、5000kN アムスラー油圧試験機にて行い、図-1に示すように供試体側面にワイヤストレインクロスゲージを貼付するとともに、供試体の損傷が顕著になったときのために変位計によっても軸方向変位の計測を行った。

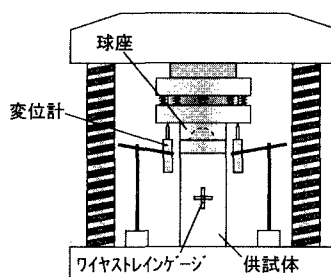


図-1 載荷方法

3. 実験結果

はじめに、各供試体における破壊状況について説明する。両繊維供試体ともに中央部の繊維破断によって終局破壊に至った。この時点でコンクリートはバラバラになっており、その程度はコンクリート強度が高まるにつれ大きくなる傾向が確認された。また、繊維拘束圧つまり巻立てる繊維量には影響を受けなかった。

キーワード：連続繊維，補強，横拘束，圧縮性状，高強度コンクリート，単位ひずみエネルギー

連絡先：〒 316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 TEL:0294-38-5162, FAX:0294-35-8146

図-2に、繊維拘束圧を一定とし、コンクリートの圧縮強度を変化させる場合の応力-ひずみ曲線の例を示す。図は、炭素繊維を使用し繊維拘束圧を39.7MPaとした場合である。図から分かるようにコンクリート強度が増加するに従い、終局ひずみが減少している。また、最大圧縮応力もコンクリート強度が30MPaでは約3倍の90MPa程度まで補強による強度増進が確認できるが、高強度である120MPaでは約1.3倍の160MPaの強度となった。また、90MPaおよび120MPaの高強度供試体の応力-ひずみ曲線では、鋼材の応力-ひずみ曲線に見られるような上降伏点および下降点を持つ挙動が測定された。これらの傾向はアラミド繊維供試体についても確認された。

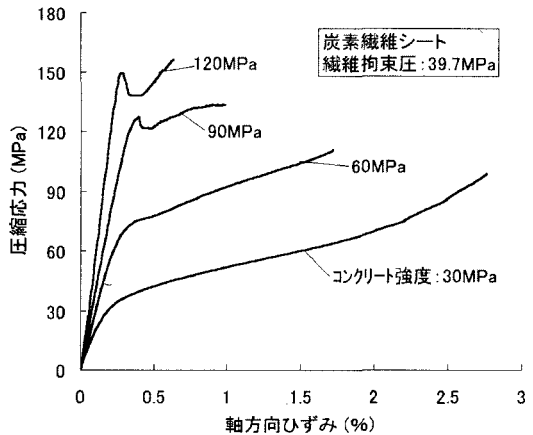


図-2 コンクリート強度の影響（炭素繊維）

図-3には、応力-ひずみ曲線の積分で表される単位体積あたりのひずみエネルギー（以下、単位ひずみエネルギーという）とコンクリート強度との関係を示す。単位ひずみエネルギーは、連続繊維により横方向補強を行う場合の圧縮靱性を総合的に表す指標と考えられる。図から分かるように単位ひずみエネルギーとコンクリート強度には炭素繊維およびアラミド繊維ともに線形の関係が確認される。また、全般的にアラミド繊維が炭素繊維による補強に比べ単位ひずみエネルギーが大きいことが分かる。これは、繊維拘束圧を一定にすることで最大圧縮強度は、同一コンクリート強度においては両繊維ともほぼ一定になるのに対し表-2に示すように炭素繊維に比べアラミド繊維の伸びが大きいことから終局ひずみが増加するため単位ひずみエネルギーに差が生じたと考えられる。

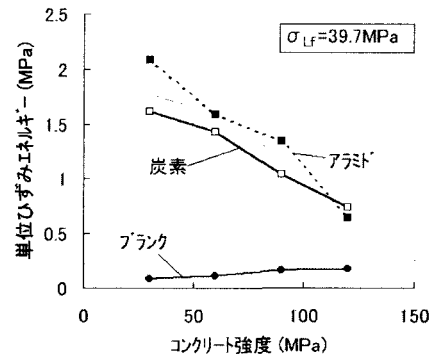


図-3 単位ひずみエネルギーとコンクリート強度

図-4には、コンクリート強度を一定とし、繊維拘束圧を変化させた圧縮性状の例を示す。図はコンクリート強度が90MPaであり、炭素繊維により補強を行った場合である。この図より、横補強を行った高強度コンクリートの圧縮性状は、その繊維拘束圧が増加するにしたがい最大圧縮強度および終局ひずみともに増加することが確認できる。しかし、既報¹⁾における普通強度コンクリートの圧縮性状の改善と比較すると、高強度においてはその効果は極めて小さい。

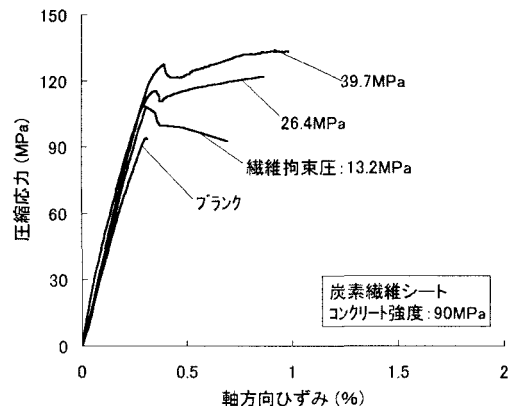


図-4 繊維拘束圧の影響（炭素繊維）

4. まとめ

本研究より、以下のことが分かった。

- 1) コンクリート強度の増加により、連続繊維による補強効果は低減していくことを最大圧縮強度および単位ひずみエネルギーの双方から確認した。
- 2) 高強度コンクリートでは繊維拘束圧の増加で圧縮性状の改善に大きな効果はないことを示した。

引用文献

- 1) 福澤, 沼尾, 三井ら: 炭素繊維およびアラミド繊維により横補強されたコンクリートの圧縮性状, 土木学会論文集, V-40, 119-130, 1998.8.