

鋼繊維補強コンクリート品質管理についての一考察

鉄建建設(株)技術研究所

正会員 益田彰久

正会員 松岡 茂

正会員 柳 博文

正会員 松尾庄二

1. はじめに

近年、鋼繊維補強コンクリート(SFRC)の力学特性を考慮した設計指針が提案されるようになってきた¹⁾。SFRCの種々の特性はひび割れ面において伝達される引張応力がひび割れ幅の進展に伴い緩やかに低下する、いわゆる引張軟化に起因しており、これを表す指標が引張応力とひび割れ開口幅の関係を表した引張軟化曲線である。よってSFRCの品質管理を行う場合、引張軟化曲線を管理することが重要となる。

そこで本報では、施工現場で比較的簡易に行える方法によって引張軟化曲線を管理する手法について提案をし、考察を行った。

2. SFRCの曲げ試験による品質管理

引張軟化曲線を直接的に求める最も確実な方法として、純引張試験がある。しかしながらこの試験を行うには高剛性で高精度の変位制御が可能な試験機が必要であり、また载荷軸の偏心的問題なども存在するため、簡易にできる試験とは言い難い。

一方、SFRC供試体の曲げ試験を行うと、図-1に示すように最大荷重後も耐力は緩やかに低下する性状を示す。この特性は引張軟化曲線に起因し、また引張軟化曲線と相関があることが報告されている²⁾。そこで、曲げ試験から得られた荷重-変位曲線を管理することにより引張軟化曲線を間接的に管理することができるものと考えた。

具体的には荷重-変位曲線図上に管理基準線を設け、曲げ試験により得られた荷重-変位曲線の軟化部分がこの基準線を下回らないようにすることとした。この管理基準線を設ける方法としては、同一バッチから供試体を採取した純引張試験・曲げ試験を行い、引張軟化曲線を明らかにした上で得られた曲げ試験結果から定める実験的方法、所用の引張軟化曲線を考慮した曲げ試験のFEM解析を行うことにより求める解析的方法、等がある。

3. 曲げ試験結果のばらつき補正

品質管理の目的で実施する試験は土木学会規準に示される3等分点载荷法による曲げ試験とした。測定項目は荷重と供試体変位であるが、2点への载荷による曲げ試験では载荷点間が純曲げ区間になるためにひび割れ発生位置が一定せず必ずしも供試体中央にひび割れが発生しない。したがって供試体変位はひび割れ発生位置の影響を受ける可能性がある。

同一バッチから採取したSFRCで曲げ試験を行った供試体中央の変位と

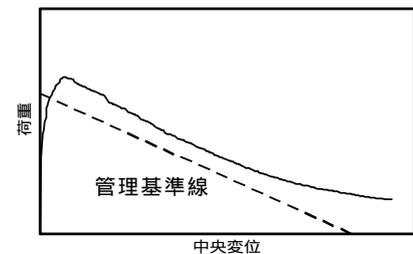


図-1 曲げ試験の荷重-変位曲線

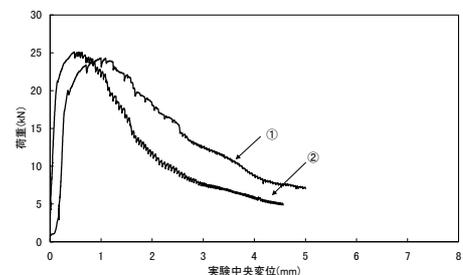


図-2 曲げ試験の実験例



中央付近



载荷点付近

図-3 ひび割れ発生位置

キーワード：鋼繊維補強コンクリート、品質管理、曲げ試験

連絡先：鉄建建設(株)技術研究所，〒286-0825 成田市新泉9-1

TEL 0476(36)2355 FAX 0476(36)2380

荷重との関係の例を図 - 2 に示す。ここに示した 2 供試体のひび割れ発生位置は図 - 3 に示すように載荷点直下付近と純曲げスパン中央付近であるため、荷重 - 変位曲線がばらついたと考えられる。そこで 2 つの載荷点における変位を用いて供試体中央の変位を計算した。図 - 4 に示すようなひび割れが発生したとすると、このときの載荷点における変位の平均は(1)式ようになる。

$$\bar{\delta} = \frac{1}{2}(\delta_L + \delta_R) = \frac{1}{2} \left(\frac{L - L_\omega}{L} \lambda \frac{L}{3} + \frac{L_\omega}{L} \lambda \frac{L}{3} \right) = \frac{L}{6} \lambda \quad (1)$$

ここで、 δ_L 、 δ_R ：左右の載荷点における変位、 L ：供試体長さ、 λ ：ひび割れ角度、 L_ω ：ひび割れ発生位置、である。よって平均変位はひび割れ発生位置に関係なく供試体長さ L とひび割れ開口幅 ω から算出される。ここで

$$\omega = \lambda h \quad L = 3h \quad (2)$$

であるので、式(2)を式(1)に代入すると

$$\bar{\delta} = \frac{\omega}{2} \quad (3)$$

となる。ここで、 ω ：型変位計で測定されたひび割れ開口幅、 h ：供試体高さ、である。コンクリートの弾性変位を無視することにより、載荷点間に取り付けた型変位計はひび割れ開口幅を測定していることになり、さらにひび割れ開口幅とスパン中央変位との関係は式(4)のようになる。

$$\delta_c = \frac{\omega}{2} \cdot \frac{3}{2} = \frac{3}{4} \omega \quad (4)$$

ここで、 δ_c ：スパン中央変位、である。スパン中央にひび割れが発生した供試体例を用いて式(4)の適用性を検証した。図 - 5 に示すようにスパン中央に設置した高精度変位計の測定結果と式(4)によりひび割れ開口幅から求めた結果はほぼ一致している。さらに、図 - 2 に示す試験結果を式(4)により補正した結果を図 - 6 に示すが、ひび割れ発生位置にかかわらず荷重 - 変位曲線はほぼ同様の傾向を示している。

4. まとめ

SFR Cを施工現場で品質管理する手法として、3等分点載荷法の曲げ試験による方法を提案した。またこの曲げ試験を行う際には載荷点位置の変位またはひび割れ開口幅を測定し、これらを供試体中央変位へ換算することにより、ひび割れ発生位置のばらつきを補正した荷重 - 変位曲線を用いなければならないことを確認した。

【参考文献】

- 1) 鋼繊維補強鉄筋コンクリート柱部材の設計指針(案), 土木学会, 1999.11.
- 2) 武田 康司、松岡 茂、松尾 庄二: SFR Cの曲げ試験による引張軟化曲線の推定, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19、No.2、1997.

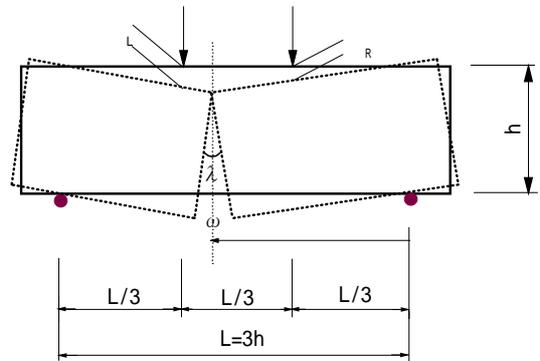


図 - 4 ひび割れ開口幅と変位の関係

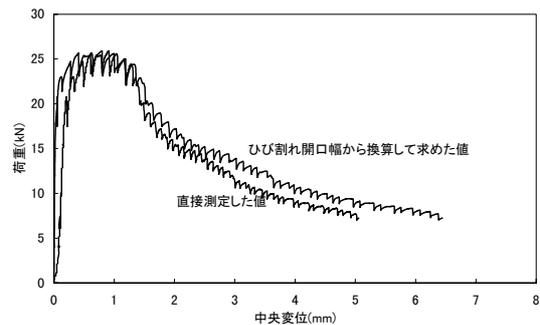


図 - 5 スパン中央部にひび割れが発生した場合の荷重 - 変位曲線

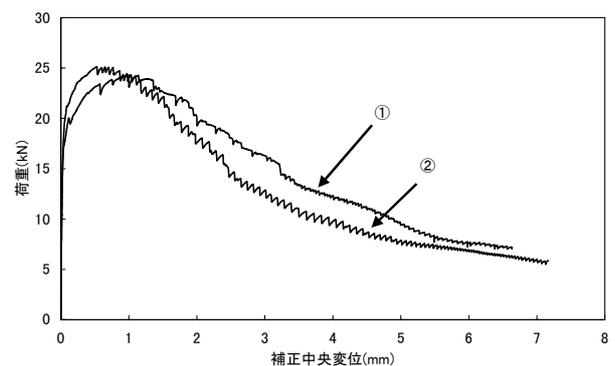


図 - 6 図 - 2 を補正した荷重 - 変位曲線