

V-465

連続繊維補強材を用いたコンクリートはりのせん断耐荷機構

名古屋大学 大学院 学生員 崔 益暢
 名古屋大学 大学院 学生員 末光康人
 鹿島技術研究所 正会員 奥村一正
 名古屋大学 工学部 正会員 二羽淳一郎

1 序論

FRP ロッドを主鉄筋やスターラップに用いたコンクリートはりのせん断挙動は、未だ不明瞭な点が残されており、的確に評価できるには至っていない。構造的な研究の多くは、現在までのところ既存の鉄筋コンクリート構造に対する研究成果を補正して適用することに主眼が置かれている。

本研究では、連続繊維補強材によりせん断補強されたコンクリートはりを対象として、破壊時のスターラップ応力を検討し、また非線形格子モデルによる数値解析を行って、実験データと比較し、せん断耐荷機構に関する基礎的考察を行った。

2 せん断破壊時のスターラップ応力

せん断補強されたコンクリートはりのせん断耐力 V_u は、RC に対しては一般に式(1)のような修正トラス理論で算定されている。

$$V_u = V_c + V_s \quad (1)$$

FRP は降伏現象を示さず破断するので、 V_s の算定にあたってはスターラップに用いた FRP ロッドのせん断破断時応力 $\sigma_{\max}$ を用いるべきである。実験データ^{1)~5)}を基にスターラップのせん断破断時応力を求め、これを破断強度 f_{wu} で除し、力学的せん断補強筋比に対してプロットし、その特性評価を試みた（図-1）。

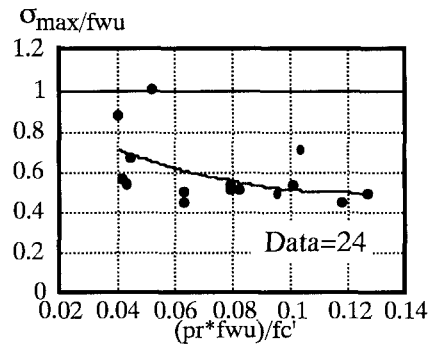


図-1 $\sigma_{\max}/f_{wu}$ と力学的せん断補強筋比の関係

図-1中の実線はデータを2次式で回帰したものであるが力学的せん断補強筋比の増加に伴い、せん断破壊時のスターラップ応力と破断強度の比が単調に低下していく傾向が認められる。

3 格子モデルによるせん断耐荷機構の解析

せん断破壊時のスターラップ応力を評価するためには、コンクリートはりのせん断耐荷機構およびせん断耐荷力自体を的確に評価しなければならない。このための手法はいくつか考えられるが、ここでは現象を簡便にモデル化した格子モデルを適用することとした⁶⁾。これはコンクリート部材を格子状のトラスおよびアーチの集合体にモデル化するものである。図-2は、格子モデルの適用可能性を検証するために、秋山らの実験データ⁷⁾と比較したものである。データの概要は表-1に示す通りである。

表-1 実験データの概要

	b cm	h cm	d cm	a/d	f'_c kgf/cm ²	A_s cm ²	E_s kgf/cm ²	f_y kgf/cm ²	A_w cm ²	E_w kgf/cm ²	f_{wu} kgf/cm ²	s cm	V_{utest} tf
No.1	35	50	40	3.5	327	51.39	2.0×10^6	3900	1.27	1.19×10^6	12600	22	32.2
No.2	35	50	40	3.5	327	51.39	2.0×10^6	3900	1.27	1.19×10^6	12600	18	38.0
No.3	35	50	40	3.5	349	51.39	2.0×10^6	3900	1.27	1.19×10^6	12600	14	41.8
No.4	35	50	40	3.5	452	51.39	2.0×10^6	3900	1.27	1.19×10^6	12600	40	31.8

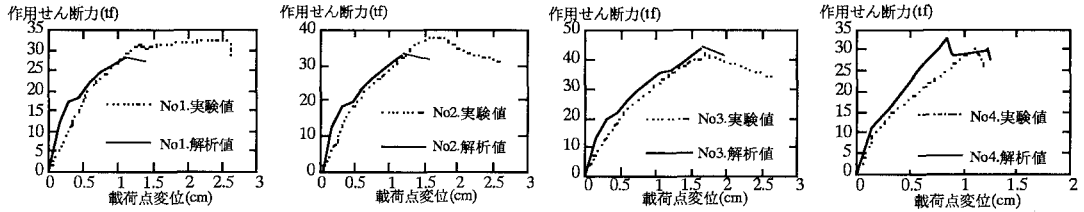


図-2 実験値と格子モデルによる解析結果との比較

実験値との比較の結果、格子モデルを用いた解析は、FEM等に比較して簡便であるものの、全体的なせん断耐荷性状を程良く予測しうるものであることが認められる。

4 パラメトリックスタディ

続いて、格子モデルを用いて、パラメトリックスタディを行うこととした。FRPをせん断補強材として用いた場合、FRPが破断せずにせん断破壊する場合であっても、FRPの素材としての弾性係数が低下するとせん断耐荷力が低下することが知られている。そこで、スターラップとして用いたFRPの断面積にヤング係数を乗じたものをスターラップの軸剛性と考え、これを変化させてパラメトリックスタディを行った。その結果を図-3および表-2に示す。図-3に示される通り、スターラップの軸剛性の増加に従いせん断耐荷力は増加していく。ただし、一定以上の軸剛性に対しては、せん断耐荷力の増加は頭打ちとなることが認められる。

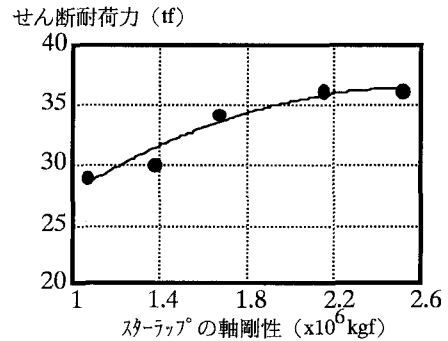


図-3 せん断耐荷力と軸剛性の関係

表-2 解析したコンクリートはりの諸元

ケース	b cm	h cm	d cm	a/d	fc' kgf/cm ²	As cm ²	Es kgf/cm ²	fy kgf/cm ²	Aw cm ²	Ew kgf/cm ²	fwu kgf/cm ²	s cm	Vucal tf
1	35	50	40	3.5	327	51.39	2.0x10 ⁶	3900	1.16	0.96x10 ⁶	12600	20	28.9
2	"	"	"	"	"	"	"	"	1.16	1.19x10 ⁶	"	"	30.0
3	"	"	"	"	"	"	"	"	1.41	"	"	"	34.1
4	"	"	"	"	"	"	"	"	1.81	"	"	"	36.0
5	"	"	"	"	"	"	"	"	2.11	"	"	"	36.0

5 結論

格子モデルを用いた解析の結果、スターラップに使用したFRPロッドの軸剛性の増加とともにせん断耐荷力は上昇するが、ある程度以上になるとせん断耐荷力の増加は頭打ちとなることが示された。FRPロッドを用いたコンクリート構造物のせん断設計には、せん断耐荷力の的確な算定が前提であり、今後もその方向での検討を継続していく予定である。

参考文献

- 1) 佐藤ら: 有限要素解析によるFRPロッドを用いたRCのせん断耐荷機構について、土木学会連続繊維コンクリートシンポジウム, 1992
- 2) 金倉ら: FRPロッドで補強したコンクリートはりのせん断性状、JCI年次論文集、1993
- 3) 白砂ら: CFRPロッドで補強したコンクリートはりの曲げ・せん断性状、JCI年次論文集、1991
- 4) 小林ら: CFRPロッドを主筋及びスターラップに用いたコンクリートはりのせん断性状、JCI年次論文集、1992
- 5) 鳥取ら: FRPをせん断補強に用いたRCはりの破壊性状について、JCI年次論文集、1988
- 6) 崔ら: 格子モデルによるRCはりのせん断性状の解析的評価、JCI年次論文集、1994
- 7) 秋山ら: 現場加工型CFRPを用いたRC部材のせん断性状、鹿島技術研究所年報、1993