

新素材により補強したコンクリートスラブの力学性状

岐阜大学工学部 正会員 小柳 治 六郷恵哲 内田裕市
岐阜大学大学院 学生員 山本智志 奥村拓央

1. はじめに

耐腐食性の観点からFRPロッドがコンクリートの補強材に用いられる。この場合に補強材とコンクリートとの付着が重要な問題となる。FRPロッドとコンクリートの付着を改善する方法として、FRPロッドにインデントを付ける、FRPロッドを二次元的あるいは三次元的な格子状にするなどの方法がある。また単一繊維を用いたFRPロッドは破断時まで弾性挙動を示すため、二種類以上の繊維を混合するなど工夫されたものもある。また、FRPロッドと鉄筋を比較した場合、FRPロッドの弾性係数は鉄筋に比べ低い傾向にある。これらのFRPロッドをスラブに用いた場合の力学性状の検討ははり部材に比べ少なく、これについての検討が必要である。

防錆の面からかぶり厚さを考えた場合、耐腐食性の観点からFRPを使用すれば鉄筋使用の場合に比してかぶり厚さを低減できる。そこで本研究では補強材量および有効高さを一定とし、かぶり厚さとコンクリート強度を変化させたスラブを作製し、その載荷試験を行い補強材種類による力学性状について検討するものである。

表-1 作製供試体

使用したFRPはガラス繊維 (G) およびガラス繊維と炭素 繊維を混合したもの (G+C)	○ 80×80×8cm(かぶり厚さ1.7cm) ● 80×80×6.3cm(かぶり厚さ0cm)	
	コンクリート強度	350kgf/cm ² 900kgf/cm ²
ガラス (G)	○	○ (Aスラブ)
	○	○ (Bスラブ)
	○	○ (Cスラブ)
ガラス+炭素 (G+C)	○	○ (Aスラブ)
	○	○ (Bスラブ)
鉄筋 (D6)	○	○ (Aスラブ)
	○	○ (Bスラブ)

をビニルエステル樹脂で固めた2種類であり、格子状に一体成形したものである。格子の間隔は10×10cmであり、繊維束と樹脂との総断面積は2種類ともD6鉄筋と同程度である。FRPの荷重-ひずみ曲線を図-1に示す。また、比較のために使用したD6鉄筋の降伏強度は4280kgf/cm²、最大強度は5690kgf/cm²である。

使用したスラブ供試体は寸法を80×80cmとし、有効高さを6cmに統一した。ただし、FRPは格子状に一体成形してあるためX方向、Y方向とも同一平面上にあるが、鉄筋では方向により有効高さが異なる。そこで鉄筋については平均が6cmとなるように配筋してある。かぶり厚さとコンクリート強度をそれぞれ2種類ずつとした。供試体は表-1に示した9種類である。ただし、図-2に示すようにかぶり厚さ0cmのものについては、補強材の定着をとるため四隅の厚さは8cmとなっている。また、鉄筋については上記の理由によりAおよびBスラブでかぶり厚さ1.4cm、Cスラブで供試体寸法80×80×6.6cmである。載荷方法は載荷スパン70×70cmの四辺単純支持とし、中央部分集中載荷とした。載荷域は8.5×8.5cmである。

3. 結果と考察

(1) 補強材およびコンクリート強度についての比較 (表-2、図-3)

図-3はコンクリート強度350kgf/cm²のスラブ (Aスラブ) とコンクリート強度900kgf/cm²のスラブ (Bスラブ) の荷重-たわみ曲線を示したものである。ひびわれ発生荷重は補強材の種類に大きな差はなく、Aスラブでは1.14~1.30tonf、Bスラブでは2.02~2.21tonfである。また、ひびわれ発生までの荷重-たわみ

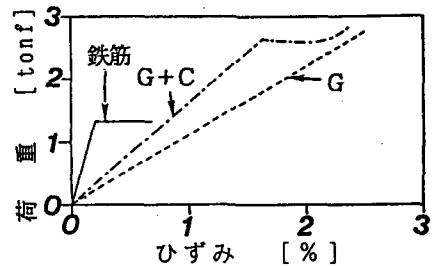


図-1 補強材の荷重-ひずみ曲線

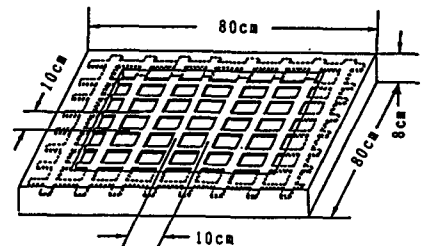


図-2 Cスラブの概略図 (裏側)

曲線についても補強材の種類による差はない。しかしA、B両スラブともFRP補強スラブではひびわれ発生後荷重の低下がみられ、それ以後同一のたわみ量では鉄筋、(G+C)、Gの順で荷重が高い、つまり剛性が高いことが分かる。これらはコンクリートと補強材との付着特性と、補強材の剛性に起因していると思われる。今回用いた格子状のFRPは、格子の交差部で定着をとるため一つのひびわれの進展が大きく、ひびわれ発生時に見かけ上の荷重が低下する。また今回のFRPは鉄筋に比べ剛性が低いため、低い荷重においてもたわみ量が大きくなる傾向にある。

表-2 ひびわれおよび最大荷重

スラブ種類	補強材種類	荷重[tonf]		補強材別最大荷重比	
		ひびわれ	最大	B/A比	C/B比
Aスラブ	G	1.14	5.62	1.00	—
	G+C	1.30	6.51	1.00	—
	D6	1.04	6.44	1.00	—
Bスラブ	G	2.18	6.99	1.24	1.00
	G+C	2.21	7.61	1.17	1.00
	D6	2.02	8.50	1.32	1.00
Cスラブ	G	1.56	5.47	—	0.78
	G+C	1.68	7.00	—	0.92
	D6	1.79	7.27	—	0.86

AスラブとBスラブについて比較すると、Aスラブでは、鉄筋、(G+C)とも最大荷重は約6.5tonfであり、それぞれたわみ量が約12mm、18mmで押し抜きせん断破壊を生じた。同様にGもたわみ約18mmで押し抜きせん断破壊を生じたが、最大荷重は5.62tonfであった。しかしBスラブでは鉄筋と(G+C)が押し抜きせん断破壊を生じたのに対し、Gは曲げ破壊であった。またコンクリート強度を大きくすることにより全体の耐力を増大できることが分かる。

(2) スラブの形状についての比較(表-2、図-4)

図-4は鉄筋量および有効高さを同一としたBスラブおよびCスラブ(かぶりの無いBスラブ)の荷重-たわみ曲線を示したものである。この図から同一の補強材を比べた場合、CスラブではBスラブに比べひび割れ発生時までの剛性が低だけでなく、たわみ量が増加し十分目視できるひびわれが発生しても、剛性は低いままであることが分かる。これはかぶりがないため、付着低下と共に補強材を拘束すべきコンクリートの効果が低下しているためであると考えられる。

(3) たわみの復元量について

図-3、図-4において、除荷後のたわみの復元量を比べると、鉄筋に比べFRPは大きい傾向にあり、FRPの弾性体の性質がよく現れている。

4. まとめ

本研究では、補強材種類、コンクリート強度、形状を変えたスラブを作製し載荷試験を行い、それらの力学性状について検討したものである。その結果以下のことが得られた。

- (1) ひびわれ発生時までの荷重-たわみ曲線は、補強材種類に影響されない。しかしひびわれ発生後は荷重-たわみ曲線に補強材の剛性が反映される。
- (2) コンクリート強度を大きくすることにより全体の耐力を向上させることができる。
- (3) かぶり厚さを0cmとした場合、かぶり厚さ1.7cmのものに比べ耐力が低下する。
- (4) 除荷後のFRP補強スラブのたわみの復元量は鉄筋補強のものに比べ大きい傾向にある。

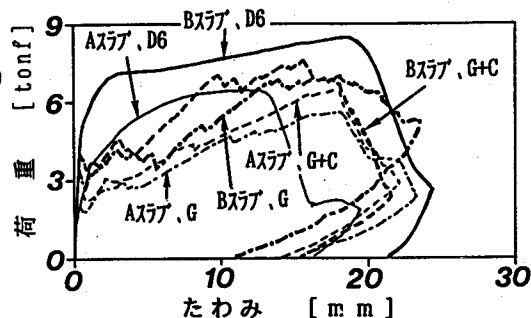


図-3 A、Bスラブ荷重-たわみ曲線

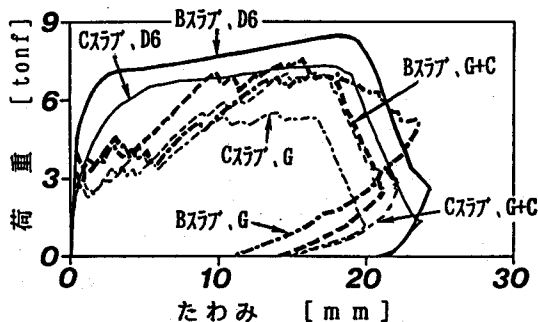


図-4 B、Cスラブ荷重-たわみ曲線