

近畿大学理工学部 正 員 玉井 元治
ヒ ロ セ (株) 正 員 〇 鷹谷 知計

1. 概説

最近、軽量で腐食しないカーボン、アラミドなどの化学繊維を使用した、連続繊維補強材が研究されている。しかし、これらの化学繊維は、破断時の伸びが小さく降伏域を持たないために急激な破断を生じ、構造物の部材として適用する場合好ましくない。

この短所を改善するには、せん断に強く、伸び能力や降伏域を有する網状の鋼繊維を補強材に使用するフェロメント(FC)が適切と思われる。

本研究は、FCの永久型枠への利用を考慮し薄材化と高強度化を図ることを目的として、補強材の網状鋼繊維の種類や配置方法がFCの曲げ、ひび割れ性状、靱性等に与える影響について実験的に調査し、曲げに関してはACI方式により曲げモーメントを算定し実験値と比較検討した。

なお近年熱帯雨林等自然保護の観点から、将来木質型枠の使用が困難となることも予測され、この種の研究が要望されている。

2. 使用材料と実験方法

(1) 使用材料：普通ポルトランドセメント(大阪セメント社製：C)、細骨材(けい砂6号：S)、シカフォーム(エルクム社製：SF)、高性能減水剤(花王社製：Sp)、水(：W)、織り金網(WM-3：3枚、WM-4：4枚、WM-5：5枚)、エクスパンデッドメッシュ(EM-S：S-type、EM-M：M-type、EM-L：L-type)、混合補強材(MM-X：(EM-S)+(WM-1)、MM-Y：(EM-M)+(WM-1))を使用した。

(2) 配合：フェロメントのモルタル配合をW/C=35%、シカフォーム置換率20%、砂-セメント比=1.5とする。

(3) 打設・養生方法：曲げ供試体は図-1に示すものを用い、これに金網の種類を変え配置した。

(4) 試験方法：曲げ試験は、図-1に示す方法によって行った。ひずみはワイヤーストリングゲージを供試体の上下面に設置し、たわみはダイヤルゲージを装着し1/100mm単位で測定した。

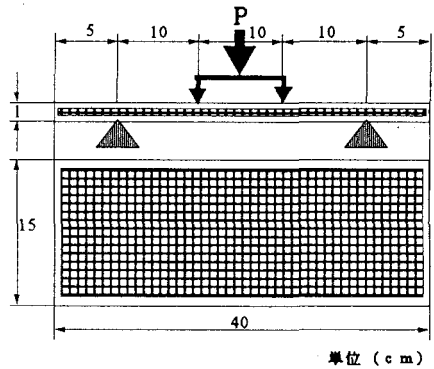


図-1 曲げ供試体と試験方法

3. 実験結果及び考察

(1) 金網の層数による影響

図-2は、金網の配置方法をWM-3～5とした場合の荷重とたわみの関係を示したものである。金網の挿入量の多いものほど荷重の上昇が見られる。しかし5枚は、モルタルのかぶり薄くなり荷重の上昇を妨げているようである。ひび割れ状態は、ほぼ網目間隔に分散しており、破壊状態はモルタルの剥離を起こさない。

(2) 金網の種類を変化させた場合の影響

図-3は、網の種類をEM-S～Lに変化した場合の荷重とたわみの関係を示した。EMはWMと性状が異なり、剛度が高く、表面積比(表面積/体積)が小さい。そのため変形が小さく最大荷重に達し、モルタルとの付着面積が少ないため剥離を起こし急激な破壊となる。

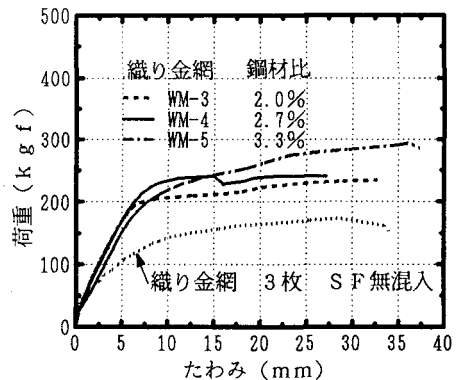


図-2 荷重-たわみ曲線

(3) 複合金網を用いた場合の影響

図-4は、網の種類をMM-XとMM-Yとした場合の荷重とたわみの関係を示す。MMはEMとWMにより剛度を高くし、引張側のモルタルの付着を改善する目的で製作した。金網の降伏後、荷重、たわみ量ともに上昇し、急激な破壊は起こらず、ひび割れの分散状態も良好となる。

(4) 終局破壊モーメントの算定

破壊曲げモーメントの算定はACI委員会549の規定に従って式(1)により行った。表-1は、WM-3~5のFCを用い実験から得た値と、ACI式より算定した値を示す。厚みが10mmと薄いため、断面の算定が困難であるが、実測値と近似した値を算出することができた。

$$M_u = \sum_{i=1}^n C_{s,i} \text{ or } T_{s,i} \left(d_i - \frac{\beta_1 c}{2} \right) \quad (1)$$

ここで $C_{s,i} = (f_{s,i} - 0.85 f'_c) A_{s,i}$ $T_{s,i} = f_{s,i} A_{s,i}$

β_1 : 矩形ブロックの深さ定数 $A_{s,i} = \eta V_{f,i} A_c$

一般に $(0.8 \sim 0.85) > 0.65$

$f_{s,i}$: i 番目のメッシュの応力

c : 中立軸深さ f'_c : モルタル強度 $V_{f,i}$: 補強材 i 層の体積

d_i : i 番目の補強材の圧縮縁からの距離

以上のことから、補強材の種類や配置方法の相違によってひび割れ状態や破壊形式が変わることを示した。

(5) 曲げ試験による靱性

タフネス係数(M.O.T.)は、ひび割れ発生以降の変形能力と強度を評価したもので、FCに最も適合すると考えられる。この方法は、図-5の基本荷重(ひび割れ荷重)以降のエネルギー量変化から靱性を評価することができる。式(2)により算出できる。

$$M.O.T. = 100 \times \frac{2 \times S}{P_c \times K} + 200 \quad (2)$$

ここで S : 面積, P_c : ひび割れ荷重, K : 基準荷重からの増量

表-2に式(2)によって求めた値を示す。タフネス係数はMM>WM>EMの順に高い値を示した。なお、EM-Lは、終局破壊荷重値が高いため、他の金網より靱性が優れているとは言えない。現在、FCの靱性評価値の明確な算出方法は検討されておらずこのような場合の比較は別の方法で評価する必要がある。

4. まとめ

(1) 補強材の種類やその配置方法を変えると、曲げひび割れの発生状況や破壊モーメントおよび靱性挙動に大きく影響することを示す。

(2) SFを使用するとFCの高強度化と薄材化が可能となり永久型枠等への利用が期待される。

【参考文献】

廣谷・玉井・水野; シリカフェウムを混入したフェロセメントの曲げ強度と靱性, 土木学会第47回年次学術講演概要集 第5部門, V-326, pp682~683, 1992.

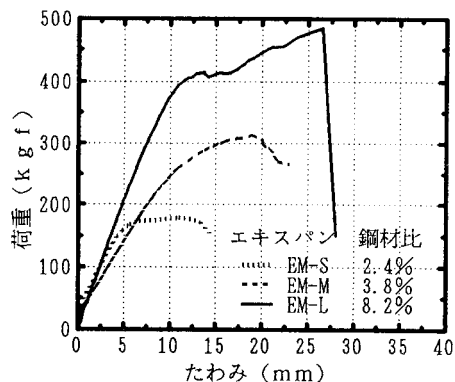


図-3 荷重-たわみ曲線

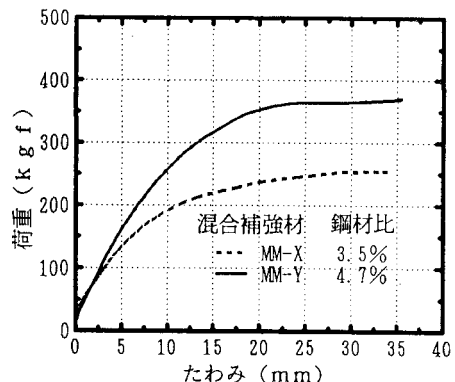


図-4 荷重-たわみ曲線

表-1 織り金網の終局破壊曲げモーメント

	実験値	ACI
3枚	750	590
4枚	800	725
5枚	850	856

単位: kgf・cm

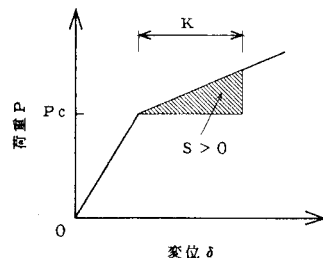


図-5 タフネス指数評価図

表-2 タフネス係数評価表

エキスパンドメッシュ			織り金網			混合メッシュ	
S	M	L	3枚	4枚	5枚	X	Y
1.35	2.75	6.40	2.28	3.06	3.04	2.00	3.16