

炭素繊維を用いたサンドイッチはりの曲げ性状

九州大学工学部 ○学生員 入江 浩志
九州大学工学部 正 員 牧角 龍憲
九州大学工学部 赤嶺 雄一

1. まえがき

本研究は、新素材を用いたコンクリート部材の軽量化についての基礎的研究として行ったものである。

コンクリート部材において、断面中実部はある程度の強度を有すればよいこと、そして炭素繊維ネットの定着性に着目して、人工軽量骨材コンクリート（以下LWC）とモルタル（以下M）でサンドイッチまたはハイブリッド構造とし、炭素繊維ネットで補強した部材についての破壊荷重及び曲げ性状を検討するものである。

2. 実験概要

(1) 使用材料：LWCは、W/C=50%，S/a=40%でAE減水剤，水中コンクリート用分離防止剤を用いて作成し、セメントに早強ボルトランドセメントを用いた。なお、軽量細骨材及び粗骨材の表乾比重は、それぞれ1.98と1.67、粗粒率は、それぞれ2.71と6.57である。Mは、W/C=35%，S/C=1.5で高性能減水剤を用いて作成し、細骨材に豊浦標準砂、セメントに早強ボルトランドセメントを用いた。炭素繊維ネットは、素線直径10 μ m，引張強度160kgf/mm²，弾性係数18tf/mm²であり、素線6000本をメッシュ間隔20×20mmで平織りにしてエポキシ樹脂含浸により成形したものである。

(2) 供試体及び試験方法：図-1に供試体の種類を示す。Aは全てLWC、Bは中実部にLWC、上下表層部にMを用いたサンドイッチ構造、CはBの下表層部にLWCを用いたハイブリッド構造、そしてDは全てMである。なお断面比は、 $\alpha = t/h$ により算出している。図-2に供試体の寸法及び試験方法を示す。スパン70cmで中央2点載荷（載荷点間隔10cm）で行い、荷重と中央点たわみを測定し、XYプロッターにより連続的に描かせた。

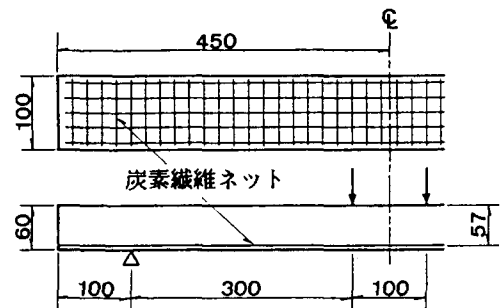


図-2 供試体の寸法及び載荷位置

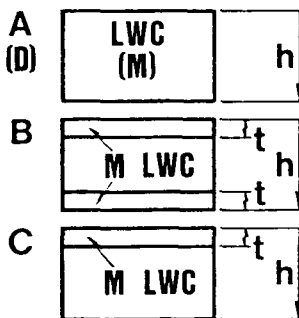


図-1 供試体の種類

表-1 供試体の重量及び破壊荷重

供試体	ネット 枚数	断面比 α	重量 (kg)	破壊荷重(kgf)		実験値 理論値
				実験値	理論値	
A-1	1	0	9.40	135	132	1.02
A-2	2	0	9.40	255	267	0.96
A-3	3	0	9.30	365	403	0.91
D-4	3	1	12.02	415	400	1.04
B-5	1	0.1	10.09	125	144	0.87
B-6	2	0.1	10.02	345	273	1.26
B-7	3	0.1	9.97	420	418	1.00
B-8	3	0.2	10.53	400	417	0.96
C-9	3	0.1	9.53	425	392	1.08
C-10	3	0.2	9.82	430	416	1.03
C-11	3	0.5	10.56	450	412	1.09

3. 実験結果

試験時の圧縮強度は、MおよびLWCそれぞれ 550kgf/cm^2 と 330kgf/cm^2 、弾性係数はそれぞれ $3.1 \times 10^5\text{kgf/cm}^2$ と $1.5 \times 10^5\text{kgf/cm}^2$ 、単位重量はそれぞれ 2.2t/m^3 と 1.6t/m^3 であり、30%弱の低減が得られている。

表-1に示すように破壊荷重の実験値と理論値はほぼ同値である。このことから、いずれの構造においても引張補強材の定着が確実であることが認められ、したがって曲げの卓越するコンクリート部材は、補強材との一体性が確保されれば、

断面中実部の強度は曲げ耐力に影響しないと考えられる。なお、供試体はすべて曲げ引張破壊した。

表-2は、ネット3枚の供試体においてD-4と比較したときの破壊荷重比と重量比を示す。供試体A-3は、D-4に比べて破壊荷重比は0.88となり小さいが、その他の供試体については、ほぼ同程度の値となっている。そして軽量化を考慮した破壊荷重比/重量比の値はC-9が最も大きく、続いてC-10、11となっており、軽量化を行うにはハイブリッド構造が有効であると考えられる。

図-3は、断面比 α の違いによる変形性状の比較を示している。 α が大きくなるにつれて荷重-たわみ曲線は、徐々に上がってくるが、ある程度（この場合 $\alpha=0.2$ ）以上になるとその挙動は一定となる。

図-4は、 $\alpha=0.1$ のときのサンドイッチとハイブリッド構造の荷重-たわみ曲線の比較を示す。なお、理論曲線は、平面保持の仮定のもとにはりの弾性曲げ理論により求めた。C-9は、理論曲線とほぼ一致している。B-7は、初期ひびわれ発生付近かそれよりもやや大きな荷重までは理論曲線と一致しているが、その後はC-9の理論曲線にほぼ移行している。つまり、サンドイッチ構造は α が小さいとき、ひびわれがモルタルより上の軽量コンクリートに達すると、下側モルタルは無視され、ハイブリッド構造と同じ変形性状を示すと考えられる。

4. あとがき

今回の実験で、軽量骨材を用いて単位重量を20%程度低減した場合でも、引張補強材の定着が確実であれば、曲げ耐力や性状に影響しないことが確認された。しかし自重の低減はまだ不十分であり今後検討しなければならない。最後に、実験に協力してくれた松尾浩一朗・椋真太君、ならびに炭素繊維ネットを提供して頂いた大阪ガス㈱に謝意を表します。

表-2 破壊荷重比と重量比

供試体	破壊荷重比	重量比	破壊荷重比 重量比
A-3	0.88	0.77	1.14
B-7	1.01	0.83	1.22
B-8	0.96	0.88	1.09
C-9	1.02	0.79	1.29
C-10	1.04	0.82	1.27
C-11	1.08	0.88	1.23

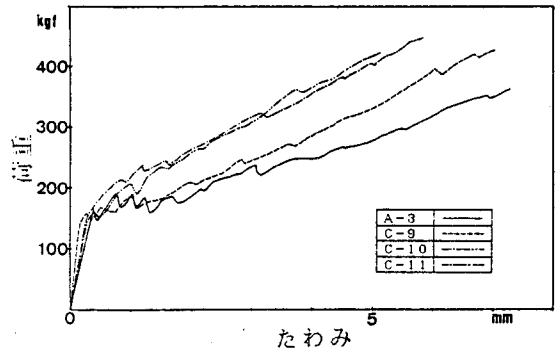


図-3 荷重-たわみ曲線(A-3 C-9,10,11)

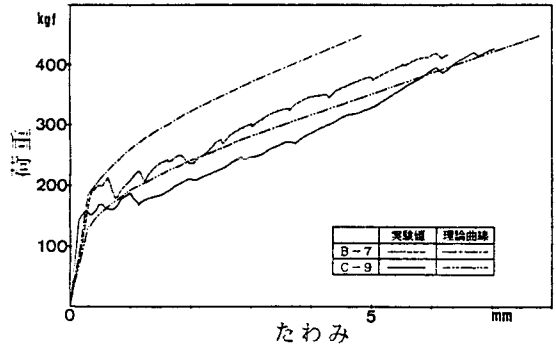


図-4 荷重-たわみ曲線(B-7,C-9)