

新補強材とコンクリートの応力伝達に関する研究
(その1 付着の解析方法とモデル)

正会員○桑原英一郎¹
同 平居孝之²
同 岸谷孝一³

1 序 連続繊維を樹脂などで固めたコンクリート用補強材（以下では新補強材という）は、素材である繊維と結合材の構成により従来の鉄筋とは異なる性能が得られ、また施工上のメリットが多くあり注目されている。新補強材の開発においては、コンクリートを補強するのに適当な新補強材がどのようなものであるのかを解明することが必要であり、本報その1と次のその2では、新補強材とコンクリートの付着について、付着面のすべりがない場合について解析を試みる。

2 解析方法 新補強材は連続繊維と結合材の種類により、また成形方法により、弾性や強度などで種々の性質のものを作成することができる。本研究では新補強材の性質が次の3つの観点において異なる場合について、新補強材とコンクリート間の応力伝達を数値計算により検討する。

- 1) 断面積が同じでヤング率が異なる。
- 2) ヤング率が同じで断面積が異なる。
- 3) 剛性（断面積とヤング率の積）が同じで断面積とヤング率が異なる。

数値計算方法は3次元の有限要素法によった。

有限要素法では、要素の形状と要素内の値の分布を表す関数にどのようなものを選ぶかで解析精度が左右されるので、ここでは曲面の表面をもち細くて長い新補強材の形状を表すことを考慮して、20節点で6面体のアイソパラメトリック要素を用いたプログラム¹⁾を利用した。

3 解析モデル 図1に示すように丸棒状の新補強材がコンクリートに埋め込まれた場合を想定した。新補強材の性質を変えて表1に示す7種類のモデルを用いた。

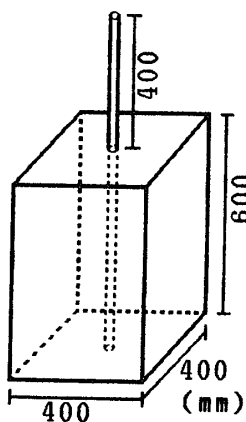


図 1

表 1 解析モデル

コンクリートのヤング率 $2 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$
 " のポアソン比 0.2
 使用する繊維のヤング率 $20 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$
 新補強材のポアソン比 0.3
 δ 新補強材の上端で与える変位 cm
 σ " の上端の引張応力度 kgf/cm^2 (計算結果)
 P " の引張荷重 kgf (計算結果)
 V_f " の繊維含有率 %
 a_f " の断面中の繊維の断面積 cm^2

		新補強材のヤング率 kg/cm^2		
		5×10^5	10×10^5	20×10^5
新補強材の断面積 cm^2	0.95	—	モデル M38 $\delta=0.0419$ $\sigma=1001.5$ $P=951$ $V_f=50$ $a_f=0.475$	モデル M36 $\delta=0.0436$ $\sigma=1994.5$ $P=1894$ $V_f=100$ $a_f=0.95$
	1.90	モデル M35 $\delta=0.0835$ $\sigma=1000.1$ $P=1899$ $V_f=25$ $a_f=0.475$	モデル M34 $\delta=0.0436$ $\sigma=999.6$ $P=1898$ $V_f=50$ $a_f=0.95$	モデル M33 $\delta=0.0233$ $\sigma=1002.7$ $P=1904$ $V_f=100$ $a_f=1.90$
	3.80	モデル M37 $\delta=0.0436$ $\sigma=504.4$ $P=1916$ $V_f=25$ $a_f=0.95$	モデル M39 $\delta=0.0460$ $\sigma=999.7$ $P=3797$ $V_f=50$ $a_f=1.90$	—

A Study on Stress Transmission between New Reinforcing Material and Concrete

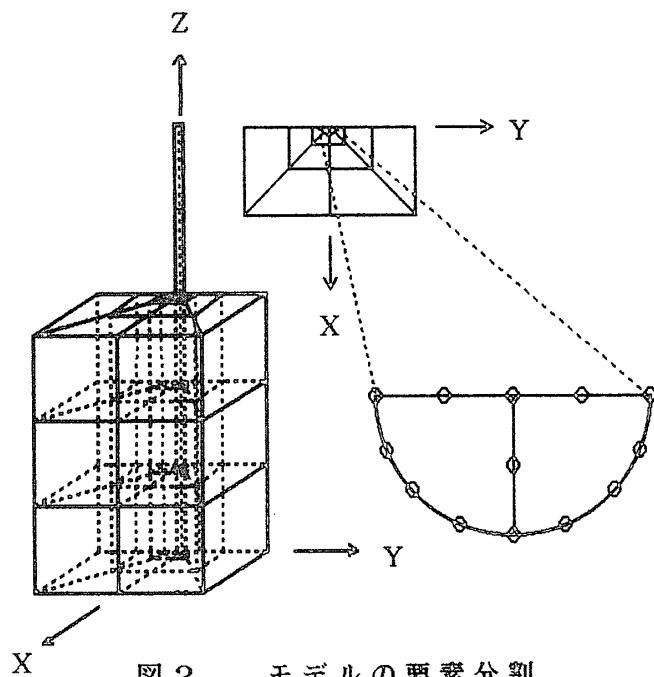


図2 モデルの要素分割

- δ Z方向に与える変位
- Z方向変位0
- △ X方向変位0, Y方向変位0
- Y方向変位0, Z方向変位0
- ▲ X方向変位0, Z方向変位0
- その他X=0の面上の節点はすべてX方向変位0

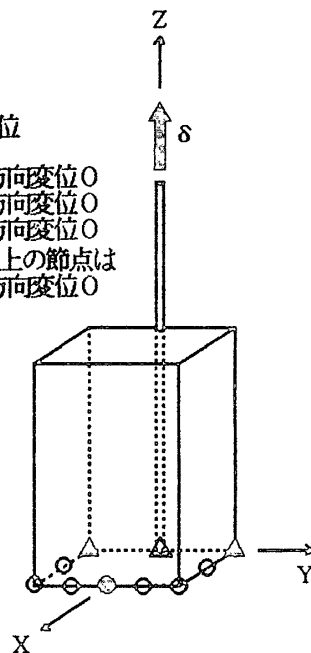


図3 モデルに与えた外力と変形の条件

先の1)に該当するのはモデルM33、M34、M35であり、新補強材の断面積が同じでヤング率を3種類にしたものである。表中に例を示したように、繊維に比べて結合材の負担する応力が無視できるほど小さいとして、新補強材の断面積を変えずに断面中の繊維の量を2倍または4倍にする場合である。

先の2)に該当するのはモデルM34、M38、M39であり、新補強材のヤング率が同じで断面積を3種類にしたものである。表中に例を示したように、単位断面積当りの繊維の量を一定にして新補強材の断面積を2倍または4倍にする場合である。

先の3)に該当するのはモデルM34、M36、M37であり、新補強材の剛性が同じで断面積とヤング率を3種類にしたものである。表中に例を示したように、繊維に比べて結合材の負担する応力が無視できるほど小さいとして、全断面中の繊維の量を同じにして新補強材の断面積を2倍または4倍にする場合である。

図2はモデルの要素分割である。対称性から新補強材の軸を含む面で切断した半分の領域について、要素を設定している。定ひずみの3次元要素では要素分割を細かくしないと誤差が大きくなるが、今回使った20節点6面体のアイソパラメトリック要素は、計算結果に含まれる誤差が比較的小さいので、要素分割を粗くしている。また曲面の形状をよく表すことができる。図2の中に新補強材に設定した要素のZ軸に垂直な断面の形状を示しており、これは入力データとして与えられた図中の○印で表された位置にある節点の座標から形状関数により計算されて決まったもので、円柱面との誤差はきわめて小さい。

図3はモデルに与えた外力と変形の条件である。コンクリートの底面の外周部分で垂直方向の変位を拘束し、新補強材の上面で新補強材をコンクリートから引き抜くような変位を与えた。与える変位の大きさは、それぞれのモデルについて表1に示している。これらの変位の大きさは、コンクリートに埋め込まれていない部分の新補強材に生じる引張応力度が、それぞれ表1に示すような計算結果になるように設定したものである。なお、新補強材をコンクリートから引き抜くような変形が生じた後も、同じ位置で付着しているコンクリートの表面と新補強材の表面にずれは生じないとした。

文献1) 平居孝之、寺崎俊夫、村上聖、パソコン3次元有限要素法、共立出版、1990年

* 1 大分大学大学院、* 2 大分大学教授工博、* 3 日本大学教授工博