

北海道工業大学 正員 堀口 敬

1. まえがき コンクリート構造体の強度を精度よく推定するための非破壊試験の一方法として、引抜き試験法（Pull-out試験法）が近年注目されている。著者は、一昨年鋼繊維補強コンクリート（以下SFRCと略称する）の引抜き強度が曲げ強度と高い相関関係があることを報告した¹⁾。本報告では、さらに三種類のせん断強度試験（直接二面せん断試験、間接一面せん断試験、ルーマニア式せん断試験）を実施し、それぞれのせん断強度と引抜き強度との関係について検討を行った。

2. 実験概要

・使用材料 セメントは、普通ポルトランドセメントを使用し、鋼繊維は市販の0.6φ×30mm（アスペクト比=50）の変断面形状のものをを用いた。又、混和材としてシリカフューム（国産、パウダ状）を用い、減水剤はナフタリンスルホン酸塩系のものを使用した。細骨材率は60%、粗骨材の最大粒径は15mmに設定した。コンクリートの供試体は全部で16種類の配合を用いその因子と水準を表-1、及び表-2に示す。

・練り混ぜ ミキサは強制練りミキサ（オムニミキサ）を用い、骨材、セメントを各30秒練り混ぜ後、鋼繊維を投入して2分間、その後水を加え練り混ぜを行った。シリカフュームを混入した配合では予めシリカフュームと水を入念に練り混ぜ、スラリー状にして投入した。その後低速で30秒、高速で1分30秒の計2分間練り混ぜを行った。コンクリート供試体は材令24時間で脱型し、室温20度、湿度60%の恒温室内で気乾養生し材令28日で各実験を行った。

・引抜き試験 試験法の概要を図-1に示す。引抜きボルトは径17mm、ワッシャー径(d)35mmのもので、反力リングの直径は70mm, 80mmである。その結果頂角(α)は、それぞれ54.5°、67.0°となる。

・せん断試験法 直接二面せん断試験は、鋼製の載荷板にエッジを設けたものにより実施した^{2), 3)}。間接一面せん断試験は線載荷で実施する方が望ましい

と考えられるが、本報告のように鋼製の載荷板で部分載荷とした場合でもせん断面に働く応力は線載荷の場合とほぼ同じである^{2), 3)}

ので部分載荷として実施し、載荷部を鉄筋で補強した⁴⁾。ルーマニア式せん断試験は鋼製の載荷板を用い線載荷とし、計算断面で破断させるために切り欠きから載荷点までの距離

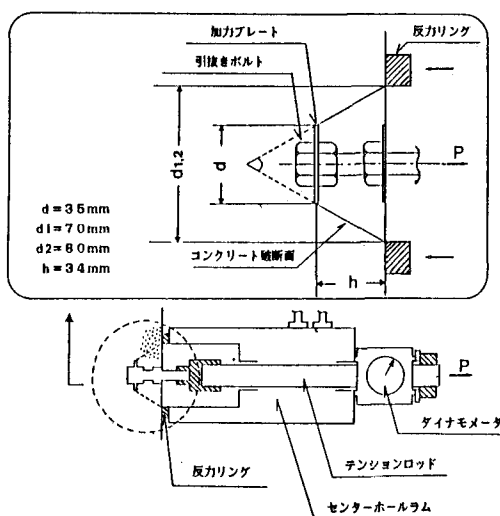


図-1 引抜き試験の概要図

表-1 因子及び水準

因 子	水 準	
	1	2
単位セメント量 C (kg/m ³)	400	500
単 位 水 量 W (kg/m ³)	175 180	220 225
鋼繊維混入率 Vsf (%)	1.0	2.0
シリカフューム 混入率 S (%)	0	20

表-2 コンクリートの配合

No.	C	W	Vsf	S
1	1	1	1	1
2	1	1	2	1
3	1	2	1	1
4	1	2	2	1
5	2	1	1	1
6	2	1	2	1
7	2	2	1	1
8	2	2	2	1
9	1	1	1	2
10	1	1	2	2
11	1	2	1	2
12	1	2	2	2
13	2	1	1	2
14	2	1	2	2
15	2	2	1	2
16	2	2	2	2

を10～85mm及び、切り欠き深さを10～32.5mmまで変化させて実施した。

3. 実験結果及び考察 図-2は、引抜き強度と間接一面せん断強度との関係とその回帰式を示したものである。相関係数は頂角が54.5°と67.0°の場合でそれぞれ0.822および0.881となった。どちらの頂角の場合も高い相関関係が得られたが、特に頂角 67.0°の引抜き強度を用いることにより精度よくせん断強度が推定できるものと思われる。同様に、図-3は引抜き強度と直接二面せん断強度との関係とその回帰式を示したものである。相関係数は、それぞれ0.727および0.741となった。この場合も頂角67.0°の引抜き強度との相関が高い結果となったが、間接一面せん断強度と比較し低い値をとった。ルーマニア式せん断試験では今回実施した全ての方法において引抜き強度との顕著な相関関係が得られなかった

これはルーマニア式せん断試験自体が従来から報告されているようにせん断試験法としての精度が劣る²⁾ためであると考えられる。図-4は、引抜き強度、各せん断強度及び、曲げ強度の平均値とその変動をまとめたものである。頂角67.0°の引抜き強度が最も低い値をとり、頂角 54.5°の引抜き強度、曲げ強度および、間接一面せん断強度がそれに続き、直接二面せん断強度が最も大きな値をとった。

4. まとめ 今回の実験の結果をまとめると次のようになる

(1) 直接二面せん断試験及び、間接一面せん断試験によるSFRCのせん断強度は、引抜き強度と明確な直線関係を示し、引抜き強度によってSFRCのせん断強度が推定できる事が判明した。

(2) 引抜き強度は、頂角の値により異なるが、67.0°では5N/mm²程度の値をとり、直接二面せん断強度の1/2程度の値となった。また54.5°では7N/mm²程度となりこの値は、ほぼ間接一面せん断強度及び、曲げ強度と等しい結果となった。

参考文献

- 1) 堀口:土木学会第39回年講, pp.557-558, 1984.
- 2) 魚本, 峰松:コンクリート工学, Vol. 19, No.4, pp.106-117, 1981.
- 3) 峰松, 小林, 魚本:土木学会第35回年講, pp.127-128, 1980.
- 4) 遠藤, 青柳:土木学会第32回年講, pp.32-33, 1977.

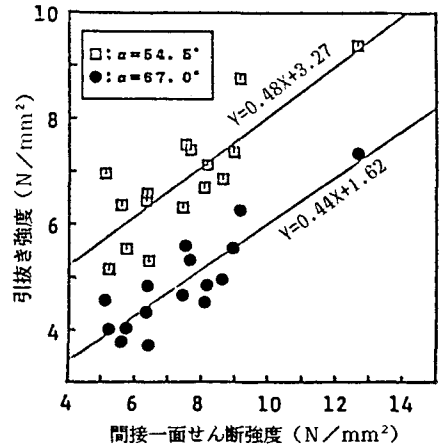


図-2 引抜き強度と間接一面せん断強度との関係

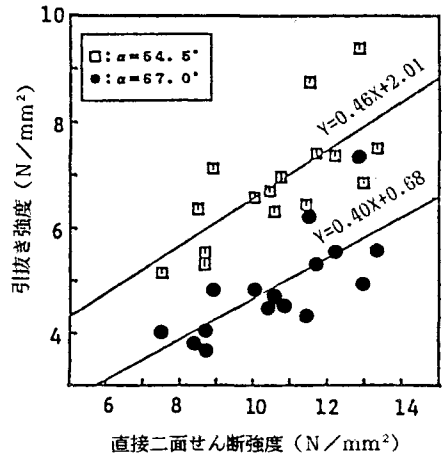


図-3 引抜き強度と直接二面せん断強度との関係

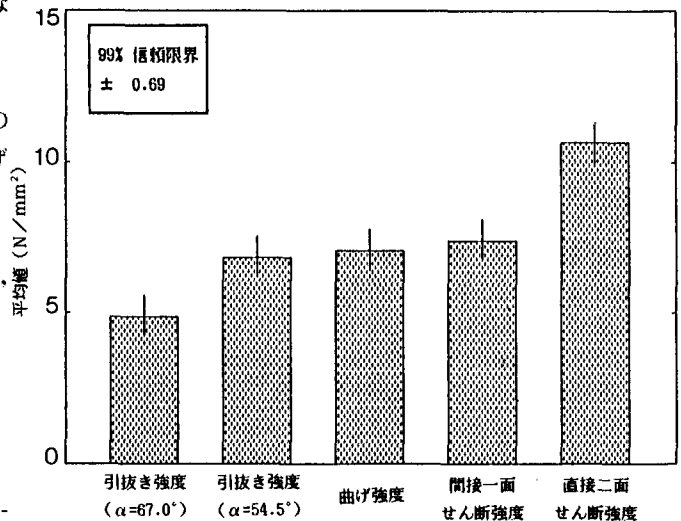


図-4 引抜き強度、せん断強度及び曲げ強度の平均値