

論文名：炭素短繊維補強コンクリート造半球殻の開口位置が破壊形態に及ぼす影響

東海大学紀要工学部，vol.44, No.1, 2004, 41-46

東海大学教授 工博士 真下和彦，東海大学 院生 堺晋太郎，同 川崎健二郎

形状：半球殻

研究目的：本研究の主目的は，炭素短繊維補強コンクリート(CFCRC)造の半球殻に於いてシェル開口部がシェル耐力及び破壊形態に及ぼす影響を検討することである．炭素短繊維補強は，炭素短繊維をコンクリートに混入することにより，コンクリートの引張強度を高め従来の鉄筋補強の施工上及び構造上の複雑さを軽減し，構造の均質性を高める効果が期待される．シェル開口部は，採光や通風を可能にし，内部空間を快適にする効果を期待できるため，多くの著名な設計に適用されてきた．著者等はこれまで，開口部の数と水平投影面上の配置形態の相違が，シェル耐力に及ぼす影響について，研究結果を報告してきたが，本研究では，これまで検討を行っていないパラメータとして，開口部中心点と球殻水平投影面中心点を結ぶ線が地平線となす仰角の変化を対象として，新たに検討を行った．このため，小型供試体を作製し，頂部1点載荷による破壊実験を行うと共に，材料及び形状非線形数値解析を適用して検討を行った．

A. 試験体形状

本実験では，炭素短繊維補強コンクリート(CFCRC)造半球殻を対象として，シェル側面に円形開口部を設け，その耐力及び破壊形態への影響を検討するために小型供試体を8体作製し，静的点荷重による破壊実験を行った．シェルの境界条件は，ローラー支承とした．半球殻の曲率半径は200mm，設計板厚は5mmとした．

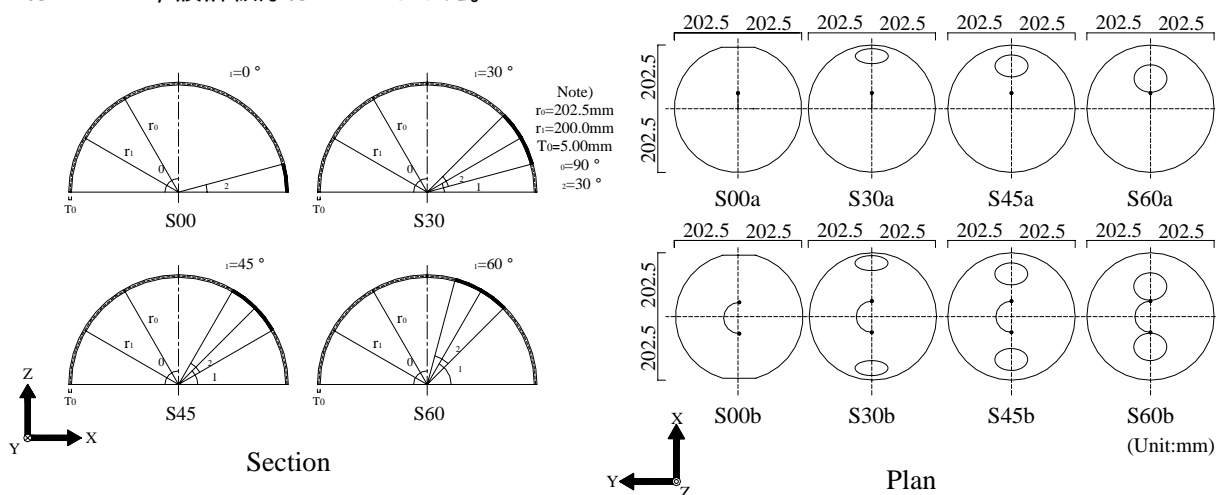


Fig. 1 Shell Models.

B. 配筋状況

CFCRC 造は炭素短繊維 K661 をセメント重量比に於いて 4% 混入し，鉄筋は使用していない。

C. 材料定数

材齢は、4 週強度としている。

Table 1 Material Constants and Thickness.

Model	Material Constants				Average Thickness :T[mm]	Standard Deviation :TSD[mm]
	Young's Modulus :E(GPa)	Compressive Strength :Fc(MPa)	Tensile Strength :Ft(MPa)	Poisson's Ratio :v		
S00a	25.7	60.4	5.43	0.238	7.36	1.44
S00b	27.8	78.2	6.52	0.232	6.04	1.49
S30a	25.9	67.3	6.08	0.258	7.12	1.67
S30b	27.8	78.2	6.52	0.232	8.03	2.99
S45a	25.9	67.3	6.08	0.258	7.22	1.84
S45b	28.8	67.5	6.20	0.233	9.15	2.36
S60a	26.6	69.9	7.16	0.234	6.58	1.53
S60b	23.9	59.9	6.43	0.254	7.17	1.72
Average	26.6	68.6	6.30	0.242		

D. 加力方法

荷重載荷先端での載荷接触面積を $1,964\text{mm}^2$ とし，シェル頂部に点荷重を油圧ラムにより静的に載荷した。尚，載荷はシェルとの接触面に於いて板厚 5mm のゴム板を介して，荷重が一様に伝達するようにした。

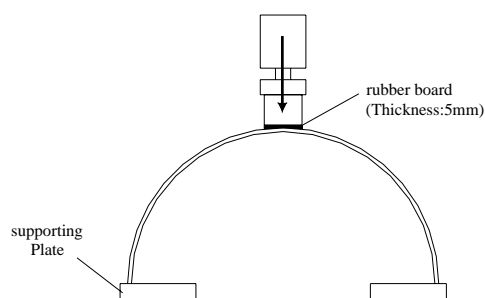


Fig. 2 Loading Condition

E. 支持条件

上記「Fig.2」の図において、脚部ローラー支持とした。供試体のローラー支持に於いては，CFCRC 造反力支持板の上にグリースを塗布し，垂直方向の運動のみ拘束したものである

F. ひび割れ

	Exp. Model		Dis. Model		Sta. Model		Shell Thickness
	Top Surface	Bottom Surface	Top Surface	Bottom Surface	Top Surface	Bottom Surface	
S90a							
S90b							
S60a							
S60b							
S45a							
S45b							
S30a							
S30b							

Concrete Crashed Pattern.

/: Concrete Cracking in the 1 Direction. ■: Concrete Yielded in Compression.

×: Concrete Cracking in Both Directions. ■: Concrete Crashed.

Shell Thickness Pattern.

□ ~ 2.99 □ 3.00 ~ 3.99 □ 4.00 ~ 4.99 □ 5.00 ~ 5.99 □ 6.00 ~ 6.99 □ 7.00 ~ 7.99

■ 8.00 ~ 8.99 ■ 9.00 ~ 9.99 ■ 10.00 ~ 10.99 ■ 11.00 ~ 11.99 ■ 12.00 ~ (Unit:mm)

Fig. 3 Cracking Pattern

同図で，Dis.は，板厚変動を考慮した数値解，Sta.は，設計板厚の基準モデル数値解を示す。

G. 荷重-変形関係

シェル頂部の載荷点直下の鉛直方向変位を下記に示す。同図で、Exp.は実験値、Dis.は、板厚変動を考慮した数値解、Ave.は平均板厚の数値解を示す。

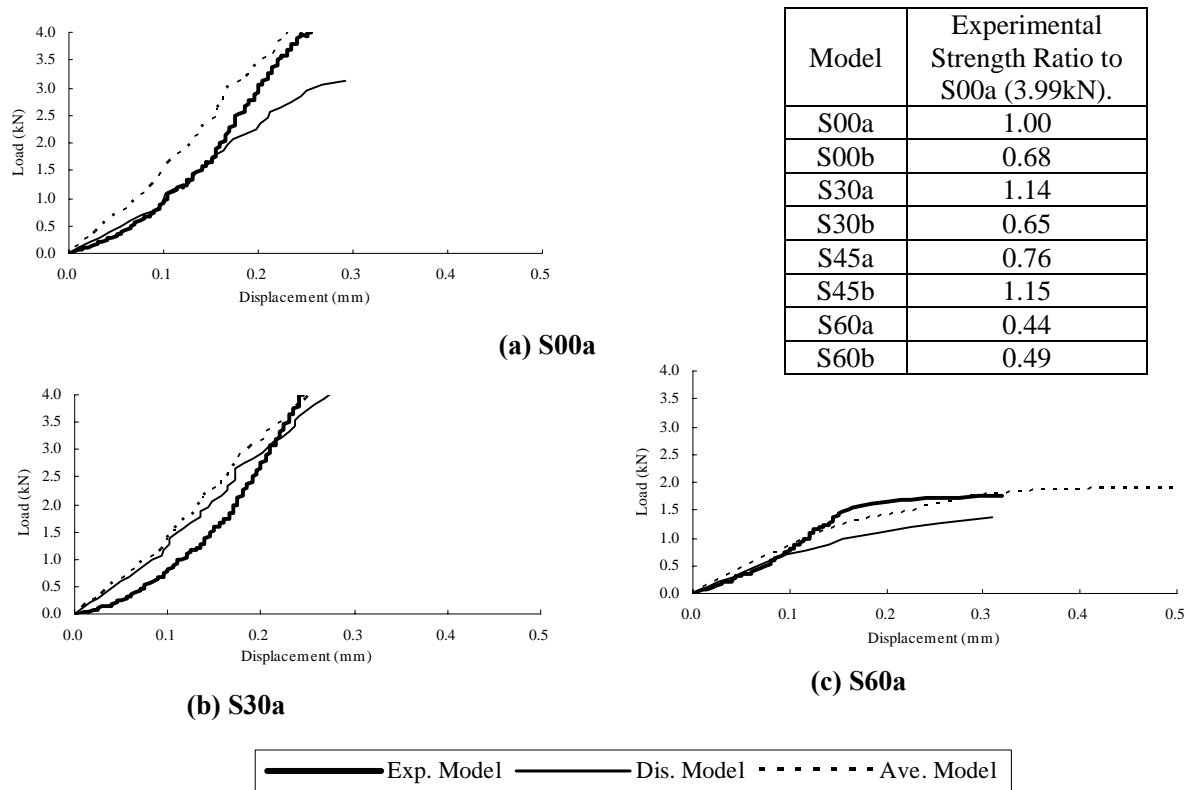


Fig. 4 Load vs. Displacement

H. まとめ

開口部を有する炭素短繊維補強コンクリート造半球殻の頂部に静的点荷重が作用した場合を対象とし、破壊実験及び非線形数値解析を行った結果、以下の結論を得た。

(1) 破壊実験より得られた終局耐力を板厚及び材料定数を一定値に設定した基準モデルの耐力と比較するため、平均板厚、コンクリートの引張強度及びこれらの複合による耐力補正を設定し、比較検討を行った。その結果、補正無しの場合の平均 10%増、標準偏差 0.34 から、上記の複合補正を適用した場合に平均で 3%減、標準偏差 0.23 に収束し、材料及び形状の複合耐力補正の有効性が確認された。(2) 破壊実験及び数値解析による荷重変位曲線に於いて、開口部仰角が大きくなるに従って剛性が低くなることが確認された。また、個別板厚モデルは平均板厚モデルと比較して相対的に実験結果に近づくことが確認された。(3) 破壊実験より、開口部仰角が小さい場合(30度以下)はひび割れが板厚の薄い方向に進展し、開口部仰角が大きい場合(45度以上)は開口部から進展することが確認された。