

工専用床開口部補強筋セルボン工法の 構造性能確認実験

岡村 信也*1 益尾 潔*2

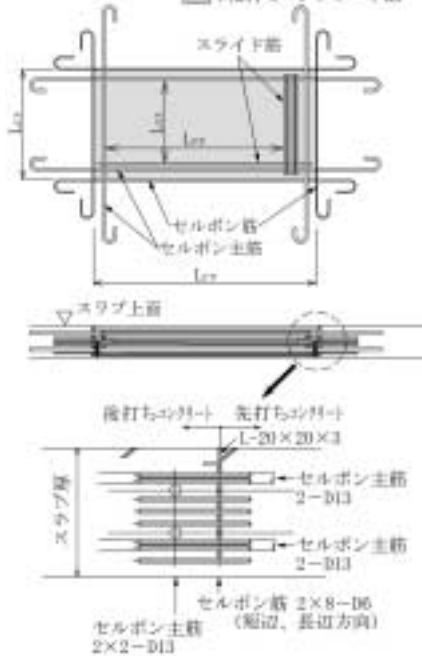
1. はじめに

RC床スラブの施工では、施工性の向上を意図し、上下階での資材運搬用の工専用仮設開口部を設けることが多い。仮設開口部の開口補強筋は、日本建築学会「鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」等においても取り扱われていないので、通常、無開口スラブの場合と同等の構造性能を確保することを原則として様々な配筋詳細によって施工されている。しかし、そのような配筋詳細の妥当性は、いずれも実験で確認されていない。これに対して図-1および写真-1に示すように、セルボン筋、セルボン主筋およびスライド筋をセットにした(株)アクスが製造する

工専用床開口部補強筋セルボン（以下、床開口補強筋セルボンと略す）は、施工性を高め、か

L_{cx}, L_{cy} : X, Y方向のセルボン筋位置寸法
 L_{ox}, L_{oy} : X, Y方向の仮設開口有効寸法

■ : 後打ちコンクリート部



セルボン筋の前面に型枠メッシュを配置する

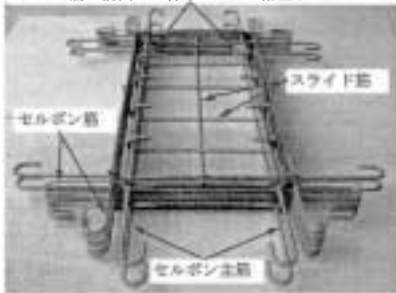


写真-1 床開口補強筋セルボンの組立状況

図-1 床開口補強筋セルボンの構成

Experimental Study on “Celbon” Pre-assembled Reinforcement of R/C Slab for Temporary Opening

*1 OKAMURA Nobuya : (財)日本建築総合試験所 構造部構造物試験室 室長代理

*2 MASUO Kiyoshi : 同 構造部長 工博

つ、長期荷重下での構造性能を確保することを意図して開発されている。

セルボン筋は、呼び名がD6の異形鉄筋を積み重ね、その前面にプラスチック製角目ネットを用いた型枠メッシュを配置することで型枠として用いられ、かつ、開口部周囲コンクリートのひび割れ抑制と開口で分断されるスラブ筋の補強を兼ねた鉄筋である。プラスチック製角目ネットは、予め打設された先打ちコンクリートの仮設開口部周囲に凹凸を付けて、その後に打設される仮設開口部内の後打ちコンクリートとの打ち継ぎ強度を高めることを意図し、セルボン筋相互の隙間を縫うように配置される。写真-2に、先打ちコンクリート打設直後の打設面状況を示す。


セルボン主筋は、仮設開口部で分断されるスラブ筋を補うために配置される補強筋であり、仮設開口部周囲のスラブ筋と重ね継ぎによって、両鉄筋間の応力伝達がなされる。

スライド筋は、仮設開口部跡に作用する鉛直荷重時の曲げモーメントに抵抗させるための補強筋である。なお、仮設開口部は、スライド筋を均等に配置した後、後打ちコンクリートによって閉塞される。すなわち、図-1に示すように、 $L_{cx} \times L_{cy}$ の範囲が後打ちコンクリートが打設される範囲であり、 $L_{ox} \times L_{oy}$ が仮設開口有効範囲である。

本実験では、床開口補強筋セルボンが工事用開口部周囲コンクリートのひび割れ抑制効果を有し、本工法を用いて後打ちコンクリートによって閉塞された工事完了後の鉄筋コンクリート床スラブが、一体打ちされた無開口の鉄筋コンクリート床スラブと同等の長期許容耐力および終局耐力を有することを確認する。

2. 実験計画

2.1 床開口補強筋セルボンを設置する床スラブの荷重条件

床開口補強筋セルボンは、図-2に示すように、鉛直荷重を受ける周辺固定床スラブにおいて、で示した隅角部を除いて、床開口補強筋セルボンの長辺の中心が材端部から $L_x/4$ 離れた位置に一致するように配置することを原則として

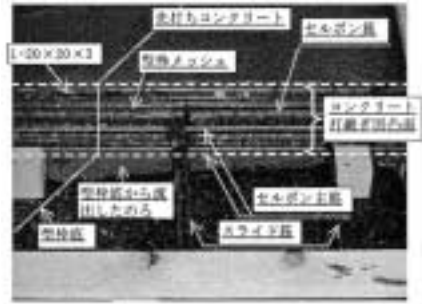


写真-2 先打ちコンクリートの打設面状況



図-2 開口補強筋セルボンの配置

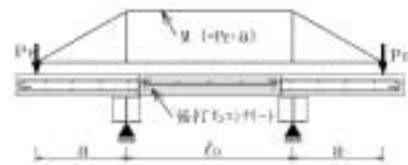


図-3 本実験での荷重条件

いる。 L_x は床スラブの短辺方向内法スパン長を示す。

このように配置された床開口補強筋セルボンの開口際の床スラブ短辺方向に作用する曲げモーメントは、材端部およびスパン中央に作用する床スラブ短辺方向の最大曲げモーメントに比べて一般に小さい。

本実験計画では、セルボン筋およびセルボン主筋と開口際のスラブ筋との応力伝達能力ならびに開口部周囲床スラブコンクリートのひび割れ抑制効果を確認することを意図し、図-3に示すように、通常よりも厳しい荷重条件となる純曲げ区間内に床開口補強筋セルボンを配置した1方向床スラブを実験対象とした。

実験では、床スラブ上面側が曲げ引張側となる曲げモーメントが発生するように、スパン中央下部2箇所を支持し、スパンの両端部に鉛直荷重を加えるとともに、試験体の床スラブ上面は、スラブ筋のコンクリートに対する付着応力の条件が厳しいコンクリート打設面とした。

2.2 実験因子および試験体

実験因子は、表-1に示すように、開口部の有無、開口部寸法および追加補強筋の有無であり、試験体数は計4体である。試験体SN-C-1と試験体SW-C-2試験体の形状寸法を図-4に示す。また、使用材料の強度試験結果を表-2に示す。以下に、試験体に関する特記事項を示す。

(1) 試験体の形状寸法

各試験体ともに、スラブ厚さを150mm、両側加力点間のスパン長を2500mmとし、開口長さがスパン中央の純曲げ区間内に含まれるように、純曲げ区間を1200mmとした。スラブ幅は、開口部幅の2.6～2.7倍となるように、開口試験体SN-C-1では1300mm、開口試験体SW-C-1、SW-C-2では2300mmとした。なお、比較のための無開口試験体SN-N-0のスラブ幅は、試験体SN-C-1と同じ1300mmとした。

(2) 配筋量

スラブ幅が1300mmの場合

無開口試験体SN-N-0のスラブ筋は、鉄筋全断面積のコンクリート全断面積に対する割合が主筋方向では0.5%程度となるように8本-D13、配

力筋方向では0.3%程度となるように16本-D10とした。

開口試験体SN-C-1の主筋方向については、スラブ筋、開口際スラブ筋およびセルボン主筋の合計本数と無開口試験体SN-N-0のスラブ筋の合計本数を同じにした。この場合、セルボン筋を含めず、開口際のスラブ筋とセルボン主筋による長期許容曲げモーメントと開口によって分断されるスラブ筋による長期許容曲げモーメントを等しくした。

配力筋方向については、引張側および圧縮側ともに、スラブ筋、セルボン主筋およびセルボン筋の合計断面積と無開口試験体SN-N-0のスラブ筋の合計断面積をほぼ同じにした。主筋方向の開口辺には、ひび割れ防止筋を配置しなかったが、開口部で分断される2本のスラブ筋の先端を跨ぐ1組のかんざし筋を配置した。ただし、配力筋方向の開口辺には、ひび割れ防止筋およびかんざし筋ともに配置しなかった。

スラブ幅が2300mmの場合

開口試験体SW-C-1では追加補強筋を配置せず、開口試験体SW-C-2では主筋方向に追加補強筋を配置した。

両試験体ともに、主筋方向の開口辺には、両側のセルボン主筋に隣接する位置にそれぞれ開口部で分断される2本のスラブ筋を寄せて配置し、かつ、同スラブ筋を跨ぐかんざし筋を配置するとともに、開口辺の中央部にひび割れ防止

表-1 実験計画一覧

試験体	開口の有無	セルボン筋位置寸法 [短辺×長辺] (mm)	セルボン 主筋	セルボン 筋	追加補強 筋	スラブ幅 (mm)
SN-N-0	無					1300
SN-C-1	有	506×1021	2×2-D13	2×8-D6	無	
SW-C-1	有	856×856	2×2-D13	2×8-D6	無	2300
SW-C-2					2×2-D13	

(注) 鉄筋の鋼種はいずれもSD295Aである。

表-2 使用材料の強度試験結果

(a) コンクリート

打設箇所	f_c (N/mm ²)	α ($\times 10^{-3}$)	E_c (kN/mm ²)	ϵ_t (N/mm ²)
床スラブ本体	23.5	1.60	28.4	2.59
開口部	21.2	1.39	28.1	2.12

f_c : 圧縮強度、 α : 時ひずみ度、 E_c : ヤング係数、 ϵ_t : 割裂強度

(b) 鉄筋

使用箇所	呼び名	f_{sy} (N/mm ²)	f_{su} (N/mm ²)	伸び (%)
セルボン主筋	D13	341	485	28
セルボン筋	D6	333	496	27
スラブ主筋	D13	338	477	28
スラブ配力筋	D10	351	499	30

f_{sy} : 降伏点、 f_{su} : 引張強度

筋を配置した。一方、配力方向の開口辺には、開口部以外の範囲に配置したスラブ筋の間隔とほぼ同間隔でスラブ筋を配置し、ひび割れ防止筋およびかんざし筋ともに配置しなかった。

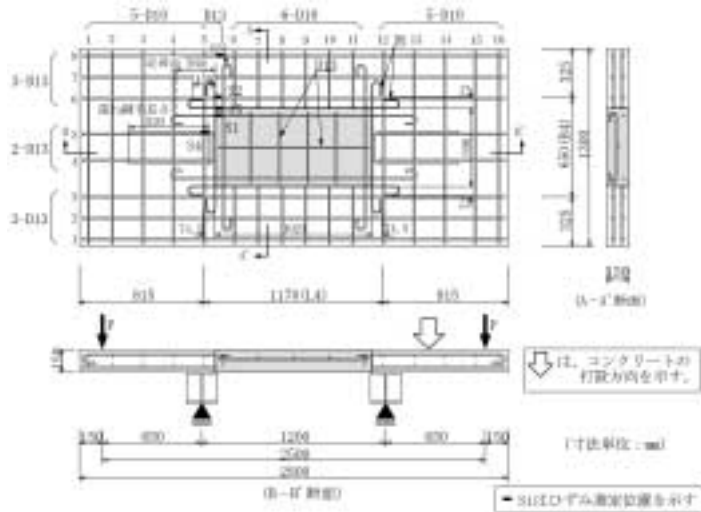
3. 実験方法

(1) 載荷方法

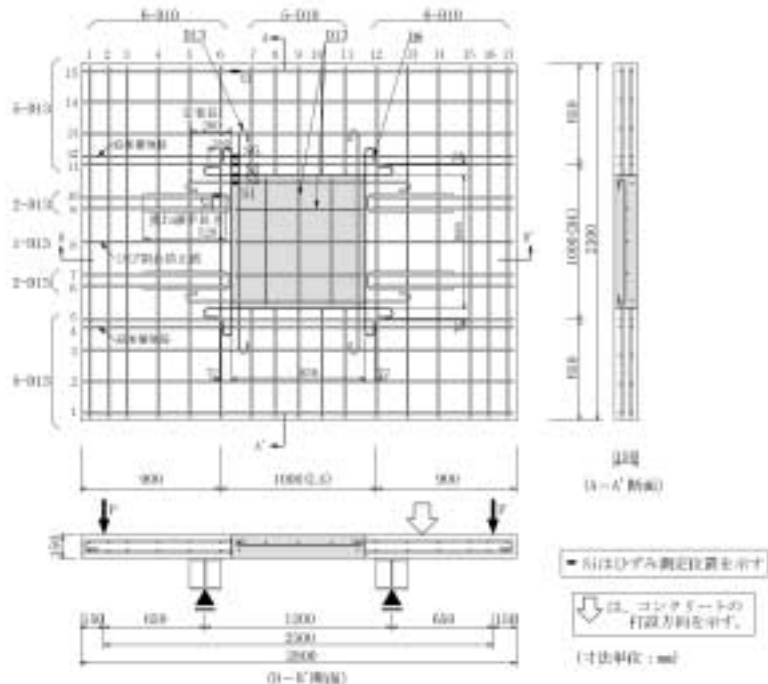
本実験は、純曲げ区間両側の床スラブ下面を

ピン・ローラ支持し、床スラブ上面が引張側になるように試験体両端部に鉛直荷重を加えて行う。

載荷履歴は、長期荷重および短期荷重を上限荷重とするそれぞれ3サイクルずつの片振り繰り返し載荷後の単調漸増載荷とした。長期荷重および短期荷重とは、下式によって求めた片側加力点での鉛直荷重 P_{Ed} を指す。ただし、開口試験



(a) 試験体：SN-C-1



(b) 試験体：SW-C-2

図-4 試験体の形状寸法および配筋

体での引張側スラブ筋の断面積 a_t は、スラブ幅が1300mmの場合、無開口試験体SN-N-0の引張側スラブ筋（8本）の断面積と同じとし、スラブ幅が2300mmの場合、ひび割れ防止筋を除く、引張側スラブ筋（12本）の断面積とした。

$$P_{Ea} = (M_a - M_d) / a$$

$$M_a = (7/8) \cdot a_t \cdot f_t \cdot d \quad (1)$$

ここに、 a_t ：引張側スラブ筋の断面積
 d ：床スラブの有効せい（ $d = 110\text{mm}$ ）
 f_t ：スラブ筋の長期許容引張応力度（ 200N/mm^2 ）および短期許容引張応力度（ 295N/mm^2 ）
 M_d ：床スラブ自重による曲げモーメント
 a ：加力点から支持点までの距離（ $a = 650\text{mm}$ ）

(2) 測定方法

本実験では、加力点およびスパン中央の鉛直変位を測定し、スラブ筋、セルボン筋、セルボン主筋およびかんざし筋について、図-4に示した位置でひずみを測定した。また、実験中、床スラブコンクリートのひび割れ発生状況を観察し、主要なひび割れ幅を測定した。

4. 実験結果および考察

4.1 荷重 - 変形状

(1) 短期荷重に至る $P_E - \delta_E$ 関係

各試験体の短期荷重に至る鉛直荷重 P_E と鉛直変位 δ_E との関係を図-5に示す。 P_E は両側加力点での鉛直荷重の平均値、 δ_E は両側加力点での鉛直変位の平均値である。同図より得られた知見を以下に示す。

床スラブ幅が1300mmの場合

開口試験体SN-C-1については、支持点直上の危険断面に隣接した開口辺の先打ちと後打ちのコンクリート打ち継ぎ部に曲げひび割れが最初に発生し、その発生時期は無開口試験体SN-N-0の場合よりも早かった。ただし、曲げひび割れ発生以降における開口試験体SN-C-1の剛性は、無開口試験体SN-N-0の場合よりもやや高く、開口試験体SN-C-1の長期荷重時および短期荷重時の鉛直変位 δ_E は、それぞれ無開口試験体SN-N-0の場合よりも小さい。これらの現象は、主とし

て開口試験体SN-C-1での開口部周囲に配置したセルボン筋のひび割れ抑制効果によって現れたと考えられる。

床スラブ幅が2300mmの場合

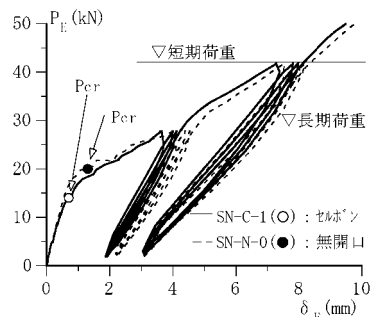
開口試験体SW-C-1とSW-C-2については、床スラブ幅が1300mmの場合と同様、支持点直上の危険断面に隣接した開口辺の先打ちと後打ちのコンクリート打ち継ぎ部に曲げひび割れが最初に発生し、曲げひび割れ発生時期はほぼ同時期となった。両試験体の長期荷重時の鉛直変位 δ_E は同程度であるが、追加補強筋ありSW-C-2の短期荷重時の鉛直変位 δ_E は、追加補強筋なしSW-C-1の場合よりも小さい。すなわち、追加補強筋の効果は長期荷重時以降に現れたと考えられる。

(2) 実験終了時までの $P_E - \delta_E$ 関係

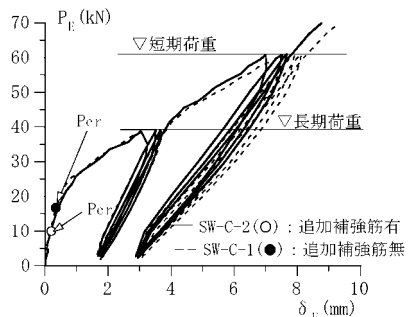
各試験体の実験終了時までの鉛直荷重 P_E と鉛直変位 δ_E との関係を図-6に示す。

床スラブ幅が1300mmの場合

無開口試験体SN-N-0と開口試験体SN-C-1については、スラブ筋の引張降伏時期はほぼ同じであるが、SN-C-1のスラブ筋の引張降伏以降での耐力上昇分ならびに最大荷重は、SN-N-0の場合



(a) B= 1300mmの場合



(b) B= 2300mmの場合

図-5 短期荷重に至る $P_E - \delta_E$ 関係

よりも大きい。これは、前述の短期荷重に至る場合と同様、主としてSN-C-1での開口部周囲に配置したセルボン筋の曲げ終局耐力の寄与分が現れたためと考えられる。

床スラブ幅が2300mmの場合

追加補強筋なし開口試験体SW-C-1のスラブ筋の引張降伏時期は、追加補強筋あり開口試験体SW-C-2の場合よりもやや早く、追加補強筋ありSW-C-2の最大荷重は、追加補強筋なしSW-C-1の場合よりも大きい。これらの現象は、前述の短期荷重に至る場合と同様、追加補強筋の効果によって現れたと考えられる。

4.2 曲げ終局荷重の評価

(1) 評価方法

セルボン筋を考慮した場合と無視した場合について、開口試験体床スラブの曲げ終局モーメントを下式によって算定する。

(セルボン筋考慮の場合)

$$M_{u1} = M_{uo} + M_{su1} + M_{su2} + M_{su3} \quad (2)$$

(セルボン筋無視の場合)

$$M_{u2} = M_{uo} + M_{su1} + M_{su3} \quad (3)$$

ここに、

M_{uo} : スラブ筋による曲げ終局モーメント

$M_{su1}, M_{su2}, M_{su3}$: セルボン主筋、セルボン筋および追加補強筋による曲げ終局モーメント

ただし、開口試験体の M_{uo} は、開口で分断されるスラブ筋を除いたスラブ筋について算定する。

また、セルボン筋による曲げ終局モーメント M_{su2} は、引張縁側の2箇所に配置した 2×4 本分を考慮して算定する。

(2) 検討結果

曲げ終局荷重計算値一覧を表-3に示すとともに、図-6中に曲げ終局荷重計算値を併記した。ここで、同図表中に示した無開口試験体の曲げ終局荷重 P_{mu0} およびセルボン筋を考慮した場合と無視した場合の開口試験体の曲げ終局荷重 P_{mu1}, P_{mu2} は、下式によって算定した。

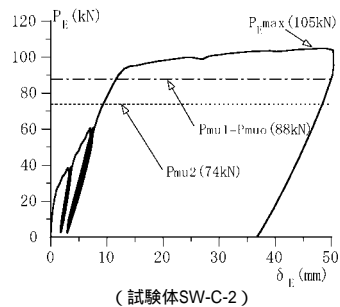
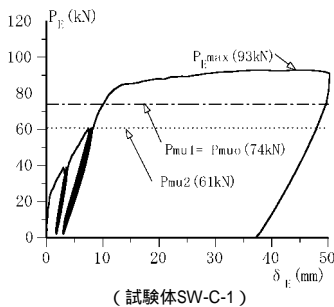
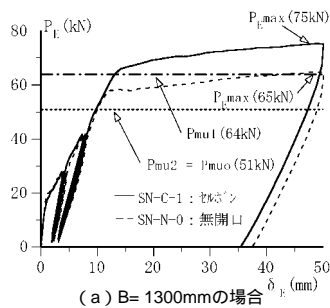
$$P_{mu0} = (M_{uo} - M_d) / a, P_{mu1} = (M_{u1} - M_d) / a$$

$$P_{mu2} = (M_{u2} - M_d) / a \quad (4)$$

図-6によると、いずれの開口試験体も、セルボン筋を考慮した曲げ終局荷重計算値 P_{mu1} は、最大荷重実験値に対して安全側に評価されることがわかる。

表-3 曲げ終局荷重計算値一覧

試験体	M_{uo} (kN·m)	P_{mu0} (kN)	M_{u1} (kN·m)	P_{mu1} (kN)	M_{u2} (kN·m)	P_{mu2} (kN)
SN-N-0	34.9	51				
SN-C-1			43.7	64	35.0	51
SW-C-1	52.4	74	52.4	74	43.7	61
SW-C-2	61.1	88	61.1	88	52.5	74



(b) B=2300mmの場合

図-6 実験終了までのPE-E関係

B= 1300mmの場合、開口試験体SN-C-1の P_{Emax}/P_{mu1} は1.17、無開口試験体SN-N-0の P_{Emax}/P_{mu0} は1.27である。

B= 2300mmの場合、同図 (b) 中には、開口で分断されるスラブ筋を含めたスラブ筋による曲げモーメントを用いて求めた曲げ終局荷重 P_{mu0} を併記した。この P_{mu0} は、セルボン筋を考慮した曲げ終局荷重計算値 P_{mu1} と一致する。ただし、この P_{mu0} は、開口辺中央のひび割れ防止筋を無視して算定した。

追加補強筋なし開口試験体SW-C-1の P_{Emax}/P_{mu1} は1.26、追加補強筋あり開口試験体SW-C-2の P_{Emax}/P_{mu1} は1.19である。

以上より、セルボン筋を考慮した開口試験体の曲げ終局荷重 P_{mu1} は、同開口試験体の無開口部スラブ筋と同間隔、同鋼種のスラブ筋を配置した無開口床スラブの曲げ終局荷重と同等の安全率を有すると考えられる。

4.3 ひび割れ発生状況およびひび割れ幅

(1) ひび割れ発生状況

各試験体床スラブ上面のひび割れ発生状況を写真-3に示す。これらのひび割れは、スパン中央に対してほぼ左右対称に発生した。典型的なひび割れについては、太線で描くとともに、ひび割れ幅を測定したひび割れの横に符号A～Fを

付した(表-4、図-7参照)。

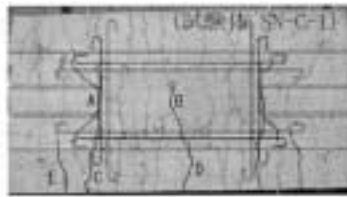
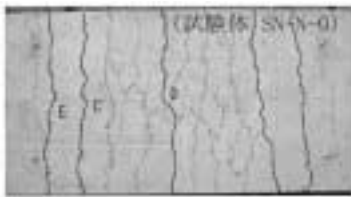
床スラブ幅が1300mmの場合

大凡、長期荷重に至るまでの荷重段階においては、開口試験体SN-C-1と無開口試験体SN-N-0のひび割れ発生状況には、有意な差が認められなかった。

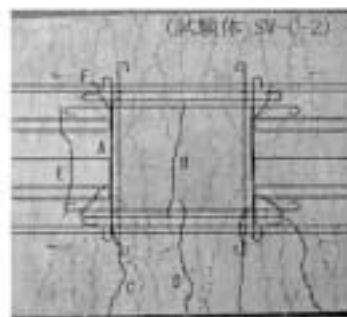
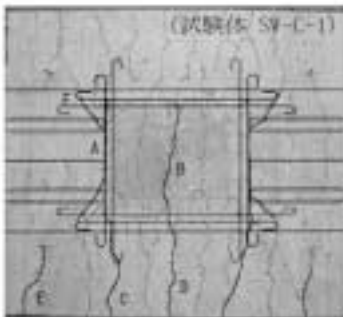
開口試験体SN-C-1については、短期荷重を超える高荷重下において、セルボン筋のフック先端からのセルボン筋定着部(F)に、斜めひび割れが発生した。すなわち、長期荷重下であれば、セルボン筋およびセルボン主筋の定着部に隣接する開口隅近傍RC部に斜めひび割れは発生せず、同RC部は無開口床スラブと同様に挙動すると思われる。

床スラブ幅が2300mmの場合

追加補強筋なし開口試験体SW-C-1と追加補強筋あり開口試験体SW-C-2のひび割れ発生状況の推移は、B= 1300mmの開口試験体SN-C-1と同様である。ただし、SW-C-1とSW-C-2ともに、長期荷重時を超えるあたりにおいて、それぞれセルボン筋のフック先端からのセルボン筋定着部(F)に、斜めひび割れが発生した。すなわち、同斜めひび割れの発生時期は、B= 1300mmの開口試験体SN-C-1と比較して早い。また、SW-C-1とSW-C-2のひび割れ発生状況には、有意な差が



(a) B= 1300mmの場合



(b) B= 2300mmの場合

- A : 危険断面・打ち継ぎ部
- B : 後打ちコンクリート部
- C : 危険断面・打ち継ぎ延長部
- C' : 支持点直上部
- D : 開口隣接スラブ
- E : 純曲げ区間外スラブ
- F : セルボン筋定着部

写真-3 各試験体床スラブ上面のひび割れ発生状況

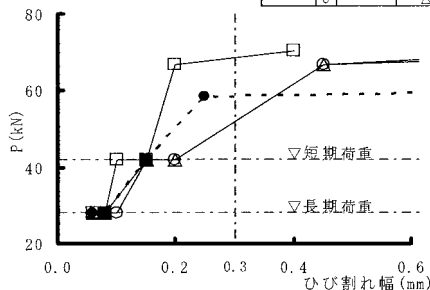
表-4 長期荷重時と短期荷重時のひび割れ幅の測定値

(単位: mm)

ひび割れ種別	SN-N-0		SN-C-1		SW-C-1		SW-C-2	
	長期	短期	長期	短期	長期	短期	長期	短期
A			0.08	0.15	0.15	0.50	0.15	0.40
B			0.06	0.10	0.08	0.15	0.08	0.15
C	0.08	0.15	0.04	0.08	0.04	0.15	0.08	0.20
D	0.06	0.15	0.06	0.10	0.08	0.15	0.06	0.10
E	N	0.06	N	0.08	N	0.08	N	0.08
F			N	N	N	*	N	*

(注) 長期: 長期荷重時、短期: 短期荷重時、
 N: ひび割れが発生していないことを示す。
 △: 該当箇所が存在しないことを示す。
 *: 微小なひび割れの発生を確認した。ただしひび割れ幅の測定を行っていない。

		試験体	
		SN-N-0	SN-C-1
ひび割れ種別	A	○	□
	B	●	◇
	C	△	▽



(a) B= 1300mmの場合

認められなかった。

(2) ひび割れ幅

長期荷重および短期荷重のそれぞれ第1回目載荷時点における代表的なひび割れ幅の測定値を表-4に示す。また、純曲げ区間内に発生したひび割れA~Cのひび割れ幅と鉛直荷重 P_E との関係を図-7に示す。

床スラブ幅が1300mmの場合

図-7 (a) によると、開口試験体SN-C-1のA~Cのひび割れ幅は、短期荷重時まで、無開口試験体SN-N-0の場合と大差ない。また、危険断面・打ち継ぎ部(A)および危険断面・打ち継ぎ延長部(C)のひび割れ幅は、後打ちコンクリート部(B)のひび割れ幅よりも大きいものの、長期荷重時のひび割れ幅は、いずれも0.1mm以下に留まった。

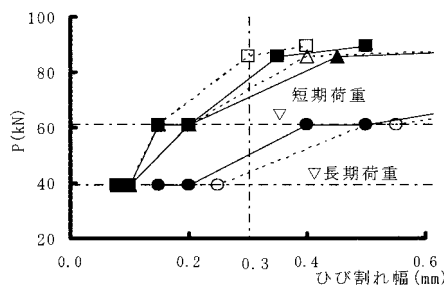
床スラブ幅が2300mmの場合

図-7 (b) に示すように、短期荷重時までの危険断面・打ち継ぎ部(A)のひび割れ幅は、追加補強筋の有無に係わらず、危険断面・打ち継ぎ延長部(C)および後打ちコンクリート部(B)のひび割れ幅に比べて明らかに大きい。ただし、長期荷重時には、追加補強筋あり開口試験体SW-C-2の(A)のひび割れ幅は0.2mm以下に留まったが、追加補強筋なし開口試験体SW-C-1の場合は0.25mmとなった。

4.4 スラブ筋、セルポン主筋、セルポン筋およびかんざし筋のひずみ性状

各試験体の長期荷重時および短期荷重時の各部鉄筋の基準化ひずみ (s_i / y_i) と鉛直荷重 P_E の関係を図-8に示す。 s_i はひずみ測定値、 y_i

		試験体	
		SW-C-1	SW-C-2
ひび割れ種別	A	○	●
	B	◇	■
	C	△	▲



(b) B= 2300mmの場合

図-7 ひび割れ幅(A~C)と鉛直荷重 P_E との関係

は降伏ひずみを示す。なお、無開口試験体SN-C-0については、中央と外側のスラブ筋のひずみはほぼ同じ値である。

(1) スラブ幅が1300mmの場合

開口試験体SN-C-1の場合、同一荷重下では、セルポン筋のひずみが他の鉄筋のひずみよりも大きく、短期荷重時を超えるあたりで引張降伏ひずみに達した。すなわち、短期荷重前後までの開口隅近傍RC部のひび割れ進展抑制にセルポン筋が最も寄与している。

セルポン主筋および開口際のスラブ筋は、同一荷重下において無開口試験体SN-C-0のスラブ筋よりも大きなひずみ値を発現した。かんざし筋のひずみは、長期荷重を超えるあたりから増大したが、短期荷重時においても 0.2×10^{-3} 程度に留まった。この点は、開口隅近傍RC部のひび割れ発生状況と符合する。

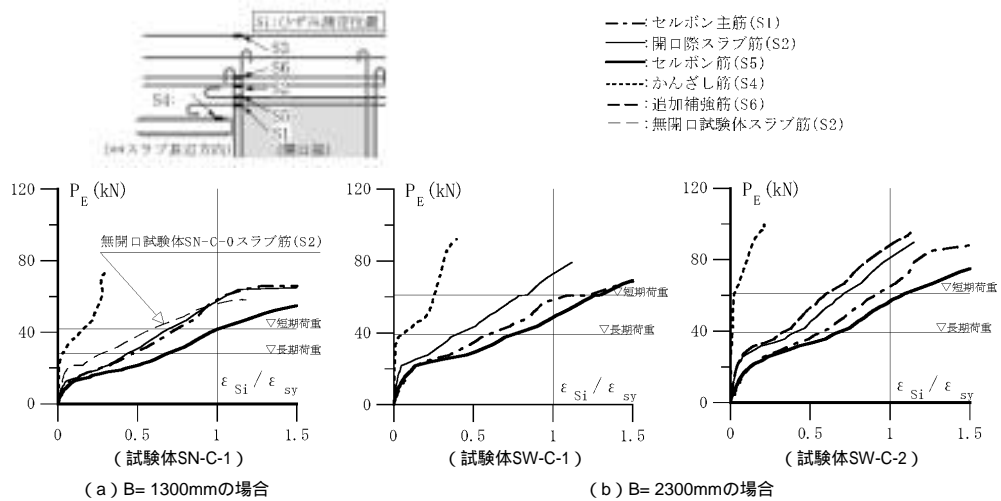


図-8 各部鉄筋の基準化ひずみ-鉛直荷重 P_E 関係

(2) スラブ幅が2300mmの場合

SW-C-1およびSW-C-2ともに、スラブ幅が1300mmの場合と同様、セルボン筋のひずみが他の鉄筋のひずみよりも大きく、追加補強筋ありSW-C-2では、短期荷重時の到達前に引張降伏ひずみに達した。

セルボン主筋および開口際のスラブ筋のひずみは、セルボン筋のひずみの次に大きい。また、かんざし筋のひずみは、長期荷重を超えるあたりから増大したが、SW-C-2では、短期荷重時においても 0.1×10^{-3} 程度に留まった。

以上より、セルボン筋およびセルボン主筋は、開口部周囲のひび割れ抑制効果を有するとともに、開口際のスラブ筋と同程度のひずみ発現能力を有すると言える。ただし、長期荷重下であれば、本実験で使用したかんざし筋のひずみの発現度合いは小さい。

5. まとめ

本実験より得られた知見を以下に示す。

長期荷重時前には、床開口補強筋セルボンを用いた床スラブ試験体の開口部周囲のひび割れ発生状況は無開口床スラブ試験体と概ね同じであり、セルボン筋およびセルボン主筋の

定着部に隣接する開口隅近傍に斜めひび割れは発生しない。

床開口補強筋セルボンを用いた床スラブ試験体においては、危険断面・打ち継ぎ部(A)のひび割れ幅が開口部周囲の中で最も大きい。ただし、長期荷重時には、床スラブ幅 $B=1300$ mmの試験体では、 0.1 mm以下に留まり、床スラブ幅 $B=2300$ mmの試験体では、追加補強筋を配置すれば 0.2 mm以下に留まった。

セルボン筋およびセルボン主筋は、開口部周囲のひび割れ抑制効果を有するとともに、開口際のスラブ筋と同程度のひずみ発現能力を有する。

床開口補強筋セルボンを用いた床スラブ試験体のセルボン筋を考慮した曲げ終局荷重は、最大荷重実験値に対して、同試験体の無開口部スラブ筋と同間隔、同鋼種のスラブ筋を配置した無開口床スラブの曲げ終局荷重と同等の安全率を有する。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説、9.7床スラブ、2003、pp.236-247