

# ポストテンション方式 PC 部材マッチキャスト 打継目部のプレストレス導入に伴うひずみ変化

田村 章一\*

## まえがき

PC 連続桁橋等の張出し場所打ち施工で、接続具を用い継足し施工をする場合のカップリング継目部は、先行する径間の支承部から部材端を次径間方へ張り出し、該径間の 1/5 点付近に鉛直打継目を設けてケーブル接続の目的に当てることが多い。カップリング継目部では、まず、先行部材に属する緊張材を緊張して定着具によりここで一旦定着する。次に、その定着具に接続具を取り付けて継足し部材側に配置する緊張材を接続し、その後でマッチキャスト方式により継ぎ足す側のコンクリートを打設して部材が形づくられる。

継足し施工による構造物のプレストレスは、上記のごとく接続配置したグラウト未注入の状態のケーブルに対して継足し部材末端で行う緊張作業であり、緊張・定着の済んだ部分と未緊張の部分から成る一連の緊張材に対し、改めて引張力を作用させる方法をとる。この作業過程で中間部のカップリング継目部付近では、部材断面に特有のプレストレス分布を生じることがすでに知られている。その分布の状態は部材腹部近傍にプレストレスが集中し、上下床版部で低下する形で表れる。このため断面の上下縁部のプレストレス値は、慣用のプレストレス計算の結果得られる同じ位置の値より小さく、このことが床版部コンクリートに曲げひびわれを発生させる危険性が大であるとして連

続床版橋あるいは連続箱桁橋等では問題にされてきた。

この問題の解明に資する目的で昭和 63 年 7 月に行われたモデル実験がある。実験は接続具を用いた継足し施工の打継目部を想定し、分割成形する平板状供試体を選定して、板厚と支圧板辺長を同じ寸法にえらび、局部荷重の作用範囲が支承面の一方向一杯に分布するようにして、いわゆる 2 次元載荷を行っている。実験結果は、プレストレス時のカップリング継目部の状態を、コンクリートのひずみ測定に基づいてまとめ、その検討結果と FEM 解析の結果を併せて参考文献<sup>1)</sup>に既報されている。

今回の報文は、上述のひずみ測定データを新たに見直し、継足し前後の供試体に生じるコンクリートの軸方向ひずみの変化、定着体の挙動等を通して、問題のプレストレス分布が形成される過程を主として追究し、その分布状態および応力配分の特徴に対して考察を行った結果をまとめている。なお、作用状態にある定着具・接続具が介在するカップリング継目部の特性を考慮した部材補強関連の事項を文末に付記した。

## 1. 供試体の諸元

供試体は成形時順に継足し前部材および継足し後部材と呼称し、継足し前部材(図-1(a))を先行して成形して、プレストレス力を作用させた後、これにコンクリートを打ち継いで鉛直打継目を有する継足し後部材(図-1(b))を

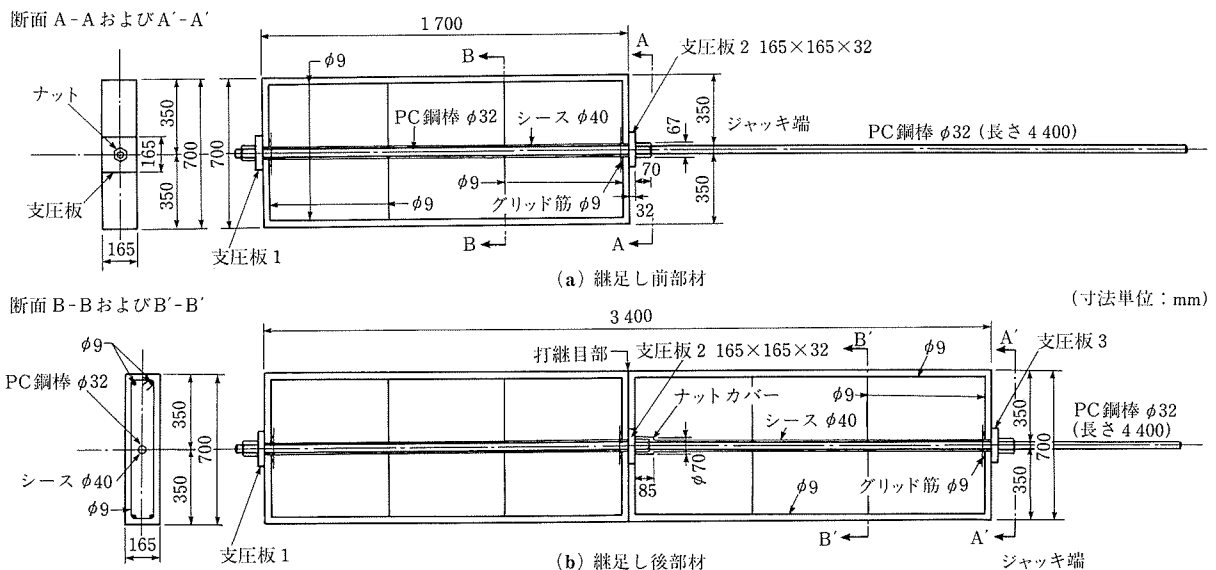


図-1 供試体図

\* Shoichi TAMURA

成形する。実験では継足し前・後部材に対しグラウトの注入はしない。

継足し前部材は、断面 700 mm × 165 mm、長さ 1 700 mm のコンクリートの板状部材である。長手軸に沿ってシース (φ 40 mm) が配置してあり、部材軸と一致するように総ネジ PC 鋼棒 (φ 32 mm、長さ 4 400 mm) を通し、これに引張力 (最終: 50 tf) を与えて端面で後付け型支圧板 (165 mm × 165 mm、厚さ 32 mm) を介してナット (平平寸法: 58 mm) 定着する。継足し部材のための余長として、PC 鋼棒は図示のように突き出しておく。

継足し後部材は、プレストレス力の作用する継足し前部材と断面形を同じにして継足し前部材にコンクリートを打ち継ぎ、供試体全長が 3 400 mm になるように仕上げる。このとき PC 鋼棒は部材軸に一致するようにしてシースに通し、打継目側に定着したナットをカバー (φ 70 mm、ナットの移動間隙 15 mm) で覆い、カバーと継足し部シースとをつないでコンクリートと絶縁し、ナットのかかった緊張材が移動できる状態にしておく。以上のような構造から、この供試体では接続具は使用していない。総ネジ PC 鋼棒の末端部は、ジャッキのかけ代を残して、継足し前部材の場合と同じ後付け型支圧板とナットで継足し後部材の端面に固定する。

供試体の配筋は、定着具背後の格子状鉄筋 (φ 9 mm) と組立て筋 (φ 9 mm) だけである。

供試体のコンクリートの強度を表 - 1 に示す。なお、本文では単位表示はすべて実験実施時のままとする。

表 - 1 供試体のコンクリート強度

強度 材 齢	圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )		引張強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )		備 考
	7 日	28 日	7 日	28 日	
継足し前部材	475	547	28	37	強度試験は 10 × 20 cm 円柱供試体 による
継足部コンクリート	507	562	31	38	

## 2. 载荷とひずみ測定

継足し前部材に対しては、材齢 7 日 (fc = 475 kgf/cm<sup>2</sup>) で打継目側の端面にセットしたセンターホールジャッキにより PC 鋼棒を片引き緊張して、継足し前の荷重 (P<sub>1</sub>) を作用させた。荷重は 5 tf ごとの荷重段階で増やし、50 tf を与えていったん 0 荷重に戻す手順で行い、これを 3 回繰返し第 4 回目の荷重 50 tf を与えてナット定着した。この間、緊張作業過程の各荷重段階およびナット定着時に供試体コンクリートの軸方向ひずみを測定してある。測点は図 - 2(a) のように継足し前部材の裏表両面の相対位置に 25 点ずつ設けた。

継足し後部材に対しても継足し部コンクリートの材齢 7 日 (fc = 507 kgf/cm<sup>2</sup>) で、同じ緊張装置により、継足し前部材の場合と同じ方向から PC 鋼棒を片引きして、継足し後の荷重 (P<sub>2</sub>) を作用させた。荷重は 30 tf まで 5 tf 刻みでかけ、次に 40, 42, 44, 46, 50, 60, 65, 70 tf の順で荷重を増加し、70 tf から 0 荷重に戻すようにした。これを 2 回繰返し第 3 回目も同様な手順で荷重し、最終荷重 70 tf を

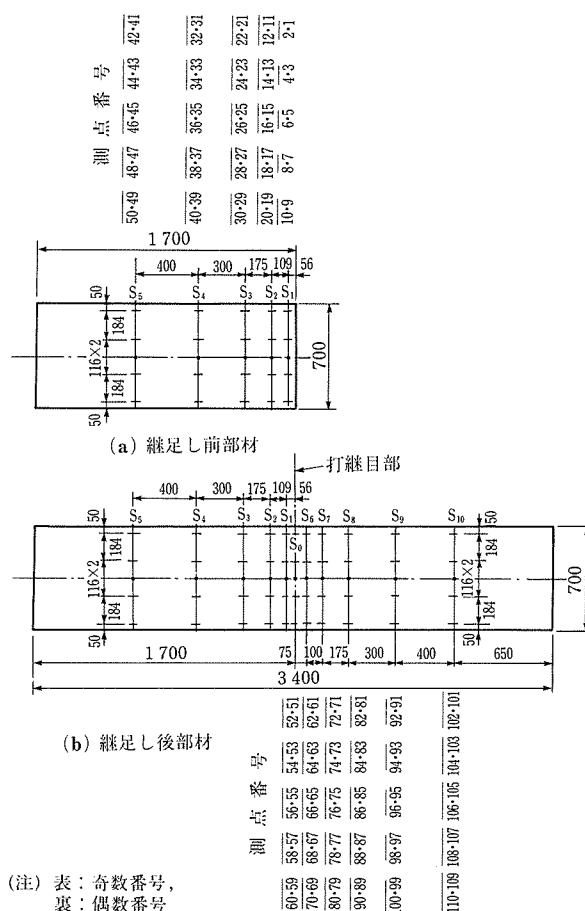


図 - 2 ひずみ測定断面と測点位置

与えてナット定着を行った。この間、各荷重段階およびナット定着時におけるひずみ測定を前記同様に行っている。継足し後部材における測点は、継足し前部材の測点 (図 - 2(a)) をそのまま活用し、さらに図 - 2(b) に示す測点 (打継目を跨ぐ測点を合わせ裏表各 30 点) を追加して全部で 110 点を設けた。

## 3. 測定結果

### 3.1 継足し前部材の測定結果

図 - 3 は継足し前部材に対する第 4 回目の 50 tf 荷重の過程における荷重の増加に伴う軸方向ひずみの変化を測定断面ごとに表したものである。図形は平板の裏表の測定値の平均値で作図してある。引張端の定着具に近い断面 S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> では測点 6・5, 16・15 が示すように中心軸付近で顕著な圧縮ひずみが計測され、また測点 2・1, 10・9 のように部材の上下縁部にはほとんど軸方向ひずみの計測されない領域もあり、力が局部に集中する状態が著しい。一方、支圧面から隔たった断面 S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> では、各測点とも荷重に比例して直線的に変化するひずみの発生状態がみられる。

継足し前の荷重 P<sub>1</sub> = 50 tf 荷重時および定着時の断面ごとの測定値の分布は図 - 4 のようである。図で明らかのように、ジャッキ端の支圧板背後の中心軸付近に集中的に 330~350 × 10<sup>-6</sup> の圧縮ひずみを生じ、その領域は支圧板の座面から比較的浅く、また、この区間の上下縁部のひず

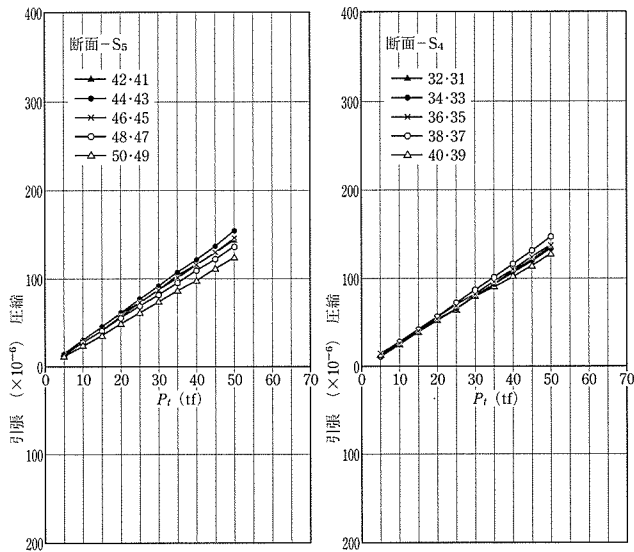


図-3 荷重・ひずみ図(継足し前部材)

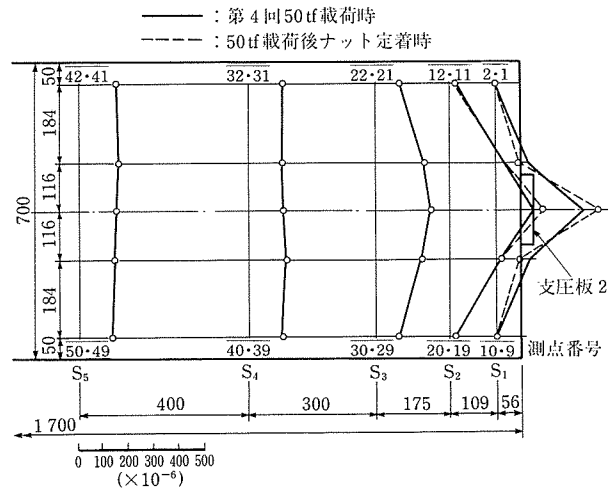
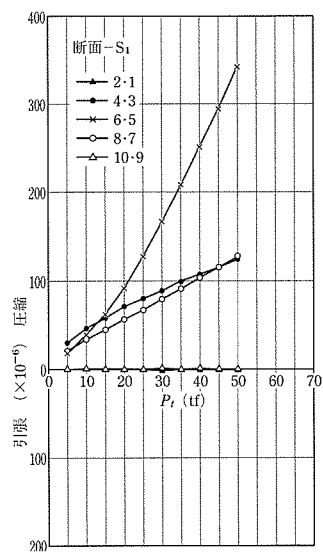
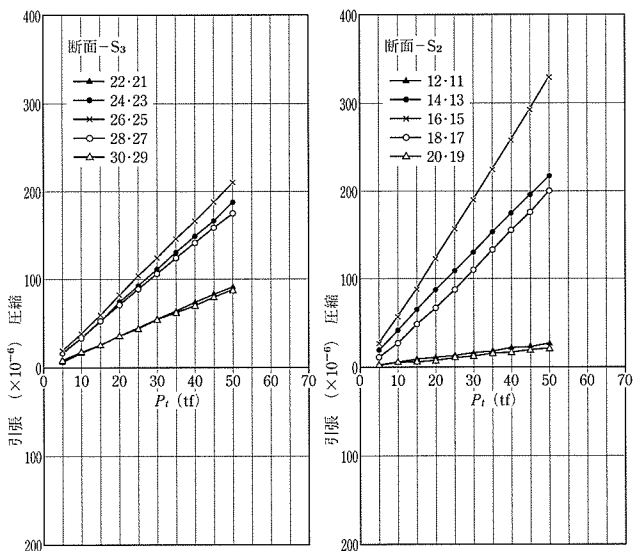


図-4 軸方向ひずみ測定値の分布(継足し前部材)

みはゼロかまたはごく小さい。ジャッキ端面から内方へ 640 mm 入った断面  $S_4$ 、さらに 400 mm 進んだ断面  $S_5$  では、分布はほぼ一様であり、測定値の平均は  $145 \times 10^{-6}$  である。ジャッキのラムチェアを介して支圧板に作用していた PC 鋼棒の引張力が定着によってナットを介して作用するようになると、支圧板背後の圧縮ひずみが図示のように局部的に増加しさらに集中傾向を示す。しかし、この変化は局所に限られ、断面  $S_3$  付近から先はジャッキによる緊張時の状態とほとんど差異がない。

繰返し荷重における 50 tf 荷重時、0 荷重時および定着時の測定値を表-2 に記録する。

### 3.2 継足し後部材の測定結果

図-5 は継足し後部材に対する第 1 回目の 70 tf 荷重の過程における軸方向ひずみの変化を測定断面ごとに表した図であり、 $P_1$  荷重時の測定値は含んでない。一連の荷重・ひずみ図には  $P_2$  の作用下で、継足し前部材に与えた  $P_1$  の影響が表れる部分と、 $P_2$  の作用を主とする部分とがある。とくに打継目前後では独特の変化を示す。

継足し後部材のジャッキ端面から内方へ 650 mm、1 050 mm の距離にある断面  $S_{10}$ 、 $S_9$  では、 $P_2$  の増加に対し圧縮ひずみが終始直線的に変化し、 $P_1$  荷重時における断面  $S_4$ 、 $S_5$  と同様な状態を示す。また、打継目部から 350 mm の距離にある断面  $S_8$  の測定値による図形も、わずかな乱れはあるが全体として  $S_9$  の測定結果に似ている。一方、断面  $S_7$ 、 $S_6$  および  $S_0 \sim S_5$  間の各測点は、それぞれに先に与えたプレストレス力の作用に基づく特徴を現す。

断面  $S_7$ 、 $S_6$  では中心軸およびその近傍に大きい圧縮ひずみの発生する状態が見られ、継足し部材側にありながら断面  $S_{10} \sim S_8$  の領域とは明らかに異なる。とくに測点 66-65 は卓越している。両図形とも全体として継足し前部材に対する  $P_1$  荷重における支圧板背後のひずみの発生状態に似た傾向を示す。すなわち、継足し後部材の断面  $S_7$  と継足し前部材の断面  $S_2$ 、同じく断面  $S_6$  と  $S_1$  等の図形相互の類似である。なお、 $P_2$  の増加過程で荷重 46 tf に至りどの測点も図形の勾配が変わり、以後 70 tf までほぼ同一勾配でひずみは増加する。

表 - 2 継足し前部材に対する 50 tf 繰返し載荷時および定着時のひずみ測定値

測定 回	荷重 (tf)	測点	S <sub>5</sub>					S <sub>4</sub>					S <sub>3</sub>					S <sub>2</sub>					S <sub>1</sub>				
			50-49	48-47	46-45	44-43	42-41	40-39	38-37	36-35	34-33	32-31	30-29	28-27	26-25	24-23	22-21	20-19	18-17	16-15	14-13	12-11	10-9	8-7	6-5	4-3	2-1
1	50	測定 値 ( $\times 10^{-6}$ )	-129	-136	-146	-154	-144	-134	-151	-138	-135	-136	-90	-181	-214	-193	-92	-19	-182	-336	-221	-24	+2	-125	-352	-120	+1
	0		-8	-3	-3	-5	-5	-8	-11	-2	-3	-5	-1	-13	-5	-12	-3	0	-9	-15	-15	0	+1	-9	-33	-8	+1
2	50		-124	-137	-146	-154	-142	-128	-148	-137	-134	-136	-88	-176	-211	-189	-91	-21	-195	-329	-219	-24	+1	-127	-339	-123	+4
	0		-1	-2	-3	-3	-1	-2	-3	-2	-2	-1	-2	-3	-4	-4	-1	+1	-3	-7	-6	+1	+1	-4	-9	-5	+1
3	50		-124	-135	-146	-154	-142	-126	-149	-136	-133	-137	-87	-176	-210	-188	-92	-21	-196	-329	-218	-26	+1	-128	-342	-125	+3
	0		-2	-1	-2	-3	-1	-1	-3	-2	-1	-1	-1	-3	-4	-3	-2	0	-5	-7	-5	+1	-1	-5	-10	-5	0
4	50		-125	-137	-146	-154	-144	-129	-148	-137	-134	-136	-88	-175	-210	-188	-92	-21	-200	-328	-217	-27	0	-128	-343	-125	+1
	定着		-129	-140	-148	-155	-147	-132	-151	-140	-137	-137	-88	-181	-217	-195	-93	-20	-200	-366	-221	-23	+1	-88	-400	-88	+2

断面 S<sub>0</sub> は打継目部にあり、中心軸上の測点 56・55 はコンクリートと鋼支圧板のひずみを計測し、他の 4 測点は材齢の異なるコンクリート間のひずみを計測している。断面 S<sub>0</sub> では載荷の過程を通して全測点が漸増する圧縮ひずみを示すが、他断面と異なり載荷過程前半に測定値にズレの見られる測点がある。打継目における新旧コンクリート間のなじみに拠ると考えられるこれらの部分を除き、個々の測点が示す図形を断面 S<sub>7</sub>、S<sub>6</sub> の荷重・ひずみ図の上に重ねてみると、測点 54・53、58・57 の図形は後半で断面 S<sub>7</sub> の測点 74・73、78・77 の図形と合い、測点 60・59 は測点 72・71、64・63、68・67 等と重なり合って図形が互いに類似している。したがって、載荷 46 tf 以降の勾配の偏向も S<sub>7</sub>、S<sub>6</sub> の場合と同様である。上縁側に位置する測点 52・51 のひずみ増加の状態だけは、同じ断面内の他の測点や断面 S<sub>7</sub>、S<sub>6</sub> の諸測点が示す状態とは異なっている。これは打継面付近の部材の上縁に近い新コンクリート側に他断面とは多少異質の状態が生じていたものと考えられる。また、測点 56・55 では長さ 30 mm のゲージの 1/2 ずつがコンクリートと鋼支圧板とに貼り分けられているので、測定値は両材料に生ずるひずみの平均的な値を示し、他の測点とは異なる結果を得ている。ここでは測定値にズレは無く、同一断面内の他の測点に比し急勾配で変化する状態が明らかであり、この測点の特性を示している。以上のように、断面 S<sub>0</sub> における測定結果は S<sub>7</sub>、S<sub>6</sub> との間に共通点を有し、継足し前部材に与えたプレストレス力の影響を表している。

断面 S<sub>1</sub>～S<sub>3</sub> では断面内の限られた部分で引張りひずみが計測され、圧縮域にひずみ低下の現象が表れる。引張りひずみは中心軸上測点ならびに軸近傍測点でも計測され、初荷重から載荷過程を通して 46 tf まで漸増し、ここで反転して次第に減少する。反転後は各測点ともほぼ同一勾配で直線変化し、載荷 70 tf までこの状態を持続する。とくに測点 6・5 および 16・15 で、最大値がそれぞれ  $122 \times 10^{-6}$ 、 $75 \times 10^{-6}$ 、また載荷 70 tf 時でそれぞれ  $65 \times 10^{-6}$ 、 $19 \times 10^{-6}$  が計測されている。

断面 S<sub>1</sub>～S<sub>3</sub> の区間でひずみ低下を示す測点以外の測点は、P<sub>1</sub> 載荷の際に力の局部集中のために、ひずみがまったく計測されなかったり、測定値の小さかった測点である。これらの測点では P<sub>2</sub> < P<sub>1</sub> の条件の下で、P<sub>2</sub> 載荷の当初から圧縮ひずみの発生する状態が見られる。この圧縮ひずみは初め緩やかな勾配で増加して 40～46 tf に至り、以降は、ひずみ低下を表す測点の反転後の勾配と同一勾配に変わり

急増する。

P<sub>1</sub> 載荷時に軸方向圧縮ひずみの分布が一様である断面 S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub> においては、P<sub>2</sub> < 46 tf の間は際立ったひずみの変化は見られないが、P<sub>2</sub> 載荷の当初からいずれの測点でも微小のひずみの動きが認められる。測定値は圧縮ひずみとしてわずかな変化し、載荷 40～46 tf に至る過程で徐々に方向を変え、46 tf 以降は他の諸測点の図形と同じ勾配で増加する。

測定結果を一覧する中で、断面 S<sub>9</sub>、S<sub>10</sub> を除く他の諸断面の荷重・ひずみ図に共通して、P<sub>2</sub> 載荷の過程で約 46 tf を限度にして図形の勾配の変化が見られる。これは、先に継足し前部材に与えたプレストレス力の経時的減少の結果、P<sub>1</sub> が 46 tf まで減り、引続き作用する P<sub>2</sub> は P<sub>1</sub> の影響下にあった上記諸断面に対しては、P<sub>2</sub> - 46 tf で等分布するひずみを生じさせるように働いていることを示している。なおプレストレス力の減少に関わる P<sub>1</sub> 定着時のセットロス は表 - 2 のとおりで、全体的にロスは少ない。以後 整理上、P<sub>1</sub> の減少の限度を P<sub>1'</sub> で表すことにする。

図 - 6 は、図 - 5 に基づき P<sub>2</sub> = 46 tf および 70 tf 載荷時の測定ひずみの分布を示した図である。両図形は大体相似で、46 tf 以降、P<sub>2</sub> の増加に伴う測定値の変化が、全測点ともほぼ一様である状態が分かる。特徴的なひずみ分布の範囲は打継目部を中心に左右へ約 350 mm の区間にあり、打継面を含めて継足し部材側では圧縮ひずみが集中傾向を示し、先行部材側では材軸近傍でひずみが低下して特異な状態を呈する。また打継目部の分布状態には、打継面固有の影響や測点 56・55 の一部が鋼支圧板にかかっている影響等を含めた結果が現れている。

継足し後部材に対する繰返し載荷における 70 tf 荷重時、0 荷重時および定着時の測定値を、表 - 3 に示す。

プレストレス分布に関して継足し前・後部材に対する応力による比較、対比などの必要から、上述の測定結果のそれぞれにつき 応力度を計算した。測定ひずみから応力を求める場合のヤング係数 E<sub>c</sub> ( $\times 10^3$  kgf/cm<sup>2</sup>) は、供試体の一測定断面内 5 測点の測定ひずみがほとんど等しくなる断面での平均ひずみと、そのときの載荷に対する計算上の等分布応力度の値に基づき、先行部材側のコンクリートについては材齢 7 日および 14 日に対して、それぞれ 3.02 および 3.27、継足し部材側のコンクリートについては材齢 7 日に対し 3.07 として用いる。応力度の計算結果を表 - 4 に示す。表中、部材の打継ぎ部を跨ぐ測点については、目地部での

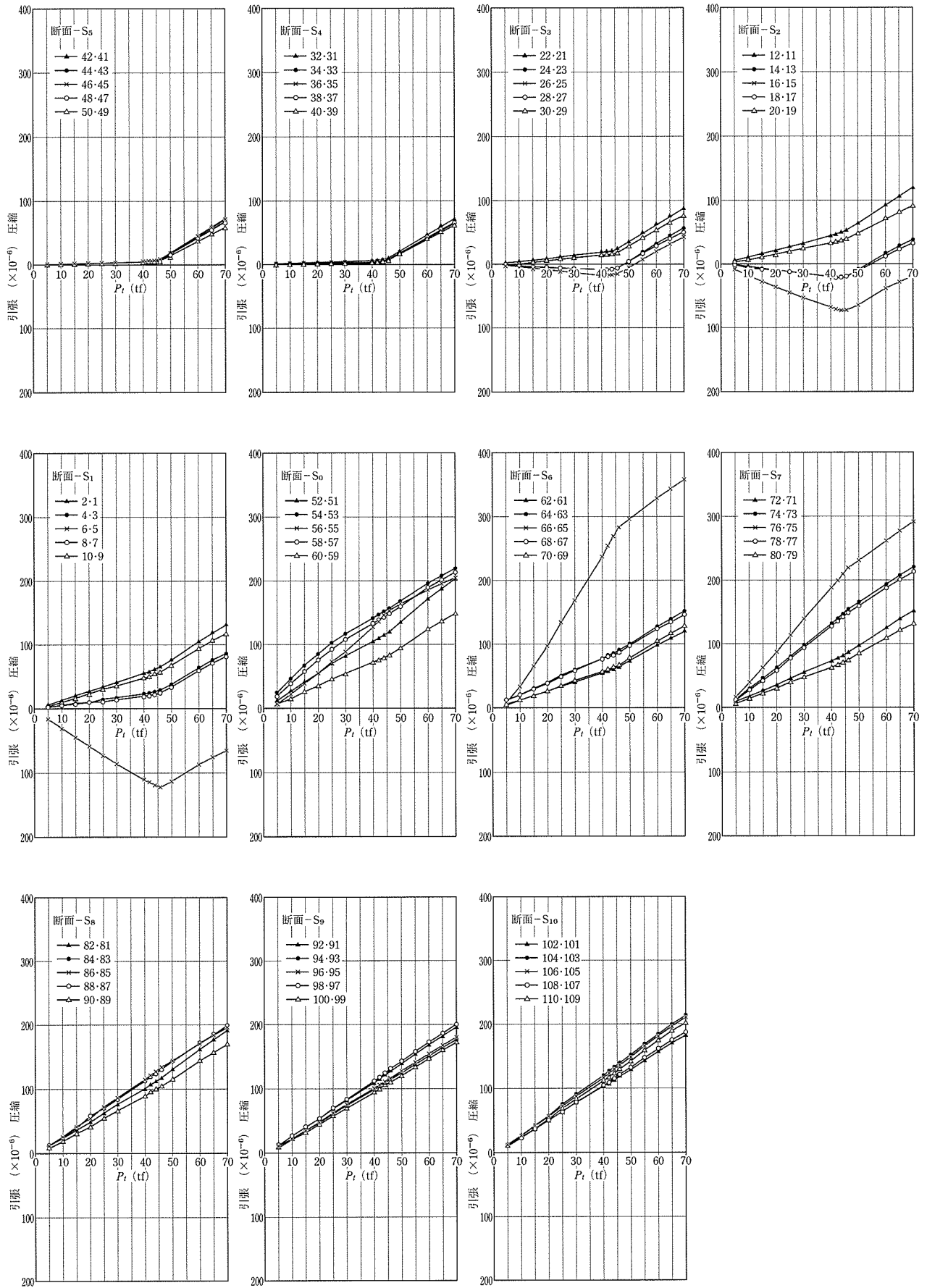


図-5 荷重・ひずみ図(継足し後部材)

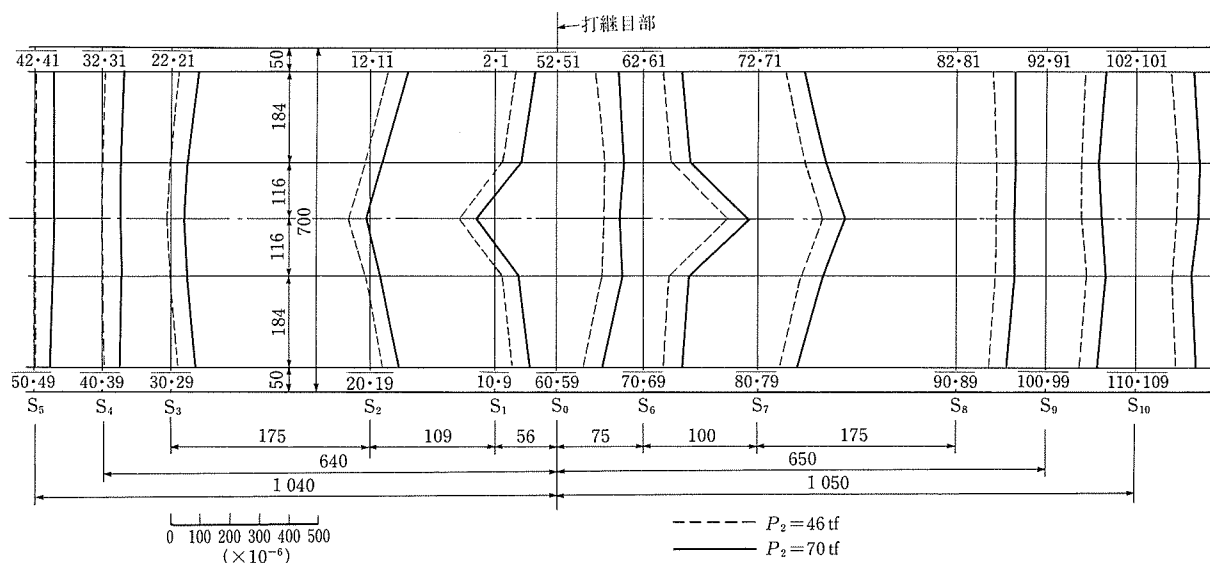


図 - 6 軸方向ひずみ測定値の分布 (継し後部材)

表 - 3 継し後部材に対する 70 tf 繰返し載荷時および定着時のひずみ測定値

測定回	荷重 (tf)	測点	S <sub>5</sub>					S <sub>4</sub>					S <sub>3</sub>					S <sub>2</sub>					S <sub>1</sub>				
			50・49	48・47	46・45	44・43	42・41	40・39	38・37	36・35	34・33	32・31	30・29	28・27	26・25	24・23	22・21	20・19	18・17	16・15	14・13	12・11	10・9	8・7	6・5	4・3	2・1
1	70	測定	-59	-68	-72	-73	-69	-61	-66	-63	-65	-71	-77	-52	-44	-56	-89	-93	-33	+19	-38	-120	-118	-82	+65	-87	-133
	0		-1	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	0	+1	+1	0	-1	0	+2	+5	+1	-1	-3	-2	+4	-2	-2
2	70	測定	-61	-69	-73	-73	-71	-61	-66	-65	-65	-72	-82	-56	-47	-60	-92	-95	-38	+14	-42	-123	-122	-85	+61	-90	-138
	0		-1	0	-1	+1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-2	-3	-3	-3	-1	+1	-2	-4	-5	-3	+2	-4	-5
3	70	定着	( $\times 10^{-6}$ ) -60	-69	-73	-73	-70	-61	-67	-65	-66	-71	-80	-54	-45	-57	-90	-93	-36	+14	-40	-120	-119	-83	+61	-87	-135
	0		-56	-64	-67	-67	-64	-58	-62	-60	-60	-64	-77	-50	-39	-52	-83	-91	-33	+19	-34	-113	-116	-80	+64	-83	-128

測定回	荷重 (tf)	測点	S <sub>0</sub>					S <sub>6</sub>					S <sub>7</sub>					S <sub>8</sub>					S <sub>9</sub>					S <sub>10</sub>				
			52・51	54・53	56・55	58・57	60・59	62・61	64・63	66・65	68・67	70・69	72・71	74・73	76・75	78・77	80・79	82・81	84・83	86・85	88・87	90・89	92・91	94・93	96・95	98・97	100・99	102・101	104・103	106・105	108・107	110・109
1	70	測定	-205	-221	-205	-215	-150	-123	-153	-358	-148	-130	-153	-222	-292	-215	-132	-192	-199	-196	-199	-171	-197	-177	-180	-200	-172	-184	-213	-211	-188	-203
	0		-6	-6	-5	-11	-5	-3	-4	-9	-4	-3	-4	-5	-6	-6	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-5	-4	-4	-6	-4	-4	-5	-4	-5
2	70	測定	-205	-221	-205	-212	-149	-123	-153	-359	-148	-131	-153	-222	-293	-215	-133	-194	-201	-197	-200	-172	-198	-178	-182	-201	-173	-185	-215	-213	-188	-204
	0		-6	-7	-3	-10	-4	-2	-4	-9	-4	-3	-3	-4	-6	-6	-2	-5	-4	-4	-5	-4	-6	-5	-4	-5	-4	-5	-6	-6	-4	-5
3	70	定着	( $\times 10^{-6}$ ) -203	-217	-205	-206	-147	-122	-151	-356	-146	-130	-152	-221	-291	-213	-131	-192	-199	-196	-197	-170	-194	-176	-179	-199	-170	-183	-212	-210	-186	-202
	0		-195	-213	-202	-203	-144	-115	-146	-352	-142	-127	-145	-214	-285	-209	-128	-184	-192	-189	-192	-167	-186	-169	-173	-193	-167	-176	-205	-203	-181	-198

不確定な要素やひずみ測定値が左右の材料の平均値であることなどのため、応力表から除外する。なお別途、全測点につき荷重・応力度図を作成し、荷重・ひずみ図 (図 - 3、図 - 5) との関連を照合してある。

#### 4. 測定結果の比較検討

継し後部材の測定結果が示す打継目を挟んだ領域の特殊性に関して、二三の比較を試みる。

断面 S<sub>6</sub>、S<sub>7</sub> の荷重・ひずみ図が、継し前部材に P<sub>1</sub> を載荷したときの支圧板背後のひずみの発生状態に似た傾向を示すことは既述した。ここに断面 S<sub>6</sub> の荷重・ひずみ図に P<sub>1</sub> 載荷時の断面 S<sub>1</sub> の測定値を記入した図 - 7 (a)、同じく断面 S<sub>7</sub> の図に S<sub>2</sub> の測定値を記入した図 - 7 (b) を用意し個々に図形を比べる。図 - 7 (a) では、P<sub>2</sub> ≤ P<sub>1</sub> の範囲で中心軸上の測点 66・65 と 6・5 の図形はほぼ重なり合う。一方、中心軸から離れた他の測点間には、それぞれはっきりした違いの出ていることが分かる。また図 - 7 (b) では、図形上の

全体的な傾向は似ているが、図 - 7 (a) のように中心軸上の測点が重なり合うことはなく、他の 4 測点も、互いに異なった状態を示す。測点 6・5 と 66・65 および 16・15 と 76・75 とにつき上述の関係を応力図で表わすと図 - 8 のようである。つぎに、打継目断面 S<sub>0</sub> の測点 56・55 が同じ断面内の他の測点に比べ急勾配で変化することを指摘したことに関して、隣接測点 66・65 の測定値を介してその特徴を調べてみる。測点 56・55 では、打ち継いだコンクリートの材齢 1 週で貼付した長さ 30 mm のゲージの 1/2 づつで、継し前部材側の材齢 2 週のコンクリートに生じるひずみと、継し部材側に位置する鋼支圧板に生じるひずみとを合わせて計測している。両材料のひずみの平均的計測値に対し、図 - 9 は測点 56・55 の荷重・ひずみ図の中へ試みに表 - 5 に示すような手順で 66・65 の測定値を換算して得た値をプロットした図である。これを、●印と破線で表してある。この場合も、載荷 46 tf までの区間で両図形はほとんど一致する。なお、断面 S<sub>0</sub> でも中心軸上測点以外は測定値間の相違が明ら

表 - 4 応力表

(単位：kgf/cm<sup>2</sup>)

測点番号	荷 重 (tf)										定 着
	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	
2・1	0.15	0.15	0.15	0.30	0.30	0.60	0.45	0.45	0.45	0.30	0.60
4・3	-8.76	-13.74	-17.52	-21.29	-23.86	-26.73	-29.75	-32.16	-34.88	-37.60	-26.58
6・5	-5.13	-11.48	-18.57	-27.48	-38.35	-50.13	-62.82	-75.95	-88.94	-103.59	-120.80
8・7	-5.89	-9.82	-13.29	-16.91	-20.08	-23.71	-27.33	-31.11	-34.73	-38.66	-26.58
10・9	0.15	-0.15	-0.15	-0.15	0.00	-0.15	0.15	0.00	0.15	0.00	0.15
12・11	-0.60	-1.36	-2.27	-3.02	-3.47	-4.38	-4.98	-6.19	-6.80	-8.00	-6.80
14・13	-5.44	-12.23	-19.33	-26.12	-32.77	-39.26	-46.21	-52.70	-59.04	-65.53	-66.74
16・15	-7.70	-16.91	-26.43	-37.00	-47.11	-57.08	-67.50	-77.61	-88.18	-99.06	-110.53
18・17	-3.02	-7.85	-14.50	-19.93	-26.27	-33.22	-39.86	-46.81	-53.15	-60.40	-60.40
20・19	-0.45	-1.21	-1.51	-1.96	-2.87	-3.47	-4.23	-4.83	-5.59	-6.19	-5.89
22・21	-1.81	-4.83	-7.85	-10.57	-13.44	-16.46	-19.18	-22.05	-24.76	-27.63	-27.94
24・23	-4.53	-9.97	-15.86	-22.05	-27.63	-33.37	-39.26	-44.85	-50.13	-56.78	-58.74
26・25	-5.59	-11.48	-17.67	-24.61	-31.11	-37.30	-43.94	-50.13	-56.63	-63.42	-65.53
28・27	-4.83	-10.27	-15.86	-21.29	-26.73	-31.86	-37.15	-42.58	-47.87	-52.85	-54.51
30・29	-2.42	-5.29	-7.70	-10.57	-12.99	-16.16	-18.57	-20.99	-23.86	-26.58	-26.43
32・31	-3.02	-7.10	-11.78	-15.86	-19.78	-24.16	-28.24	-32.62	-36.54	-40.92	-41.22
34・33	-3.17	-7.25	-11.48	-15.55	-19.48	-23.71	-27.94	-32.01	-35.94	-40.32	-41.22
36・35	-4.08	-8.15	-12.08	-16.61	-20.84	-24.61	-28.99	-33.07	-37.30	-41.37	-42.28
38・37	-3.62	-8.00	-12.53	-16.91	-21.59	-25.97	-30.50	-35.18	-39.71	-44.55	-45.60
40・39	-3.78	-7.55	-11.48	-15.40	-19.48	-23.71	-27.18	-30.80	-34.58	-38.81	-39.71
42・41	-4.23	-8.76	-13.29	-17.67	-21.90	-26.27	-31.11	-34.73	-39.41	-43.49	-44.24
44・43	-3.93	-8.46	-13.29	-18.12	-22.80	-27.33	-32.16	-36.39	-41.37	-46.51	-46.81
46・45	-3.78	-7.85	-12.38	-17.06	-21.74	-25.97	-30.35	-34.88	-39.11	-43.94	-44.55
48・47	-3.47	-7.79	-12.23	-16.46	-20.69	-24.46	-28.69	-32.92	-36.84	-41.22	-42.13
50・49	-3.32	-6.80	-10.72	-14.80	-18.42	-22.20	-25.97	-29.45	-33.67	-37.60	-38.81

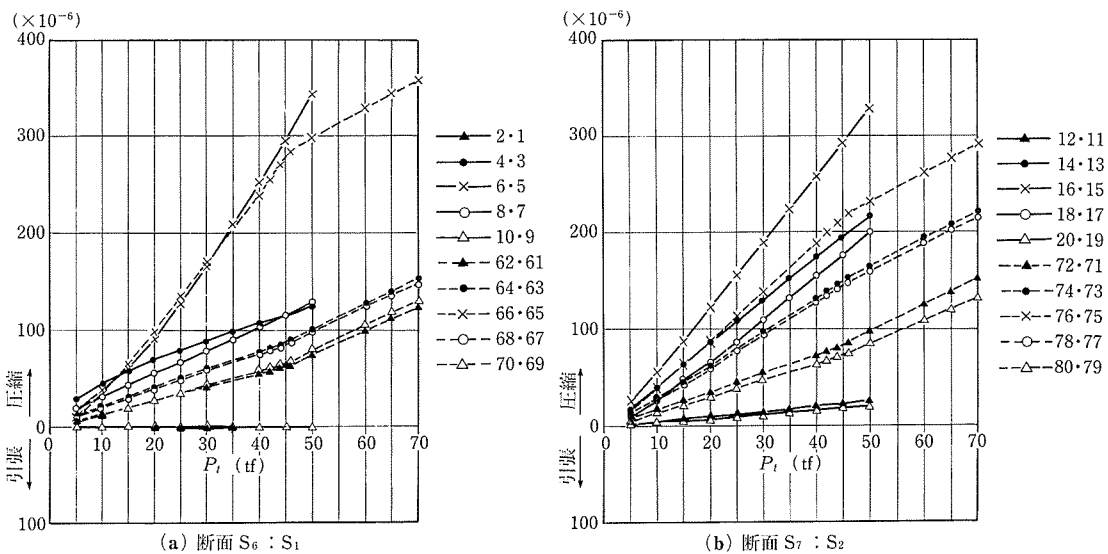


図 - 7 荷重・ひずみ図形の対比

かである。打継目を挟んで材軸沿いに近接して位置する測点間の以上のような関係は、 $P_1$ により継足し前部材の定着部に生じた変形が、 $P_2$ の作用下で変形を戻す際、反作用として定着体を主体に集中的に直に継足し部材側へ影響を及ぼすことを示している。すなわち、カップリング継目部の挙動の主要な特殊性を表していると考えられる。

つぎに、支圧板の変形について考察する。始めに、定着部の支圧変形に関して、継足し前部材のナット定着時の記録を参考に用いる。ナット定着すると表-2、図-4が示すように、支圧板のすぐ背後で軸上の圧縮ひずみが緊張中よりも増大して集中傾向を示す。そして、上下縁ひずみは無変化であり、支圧板の縁端に近い測点4・3、8・7だけが緊張中よりも一様に減少する動きが見られる。これは

打継面に後付けした支圧板に対して、緊張ジャッキのラムチェア ( $\phi 125$  mm) を介して作用していたPC鋼棒の引張力が、定着ナット (平寸法 58 mm の六角ナット) へ移るときに支圧板に生じる変形の影響と考えられる。参考文献3)に依ると、支圧板厚が薄い場合、ナット定着により縁端が反り上がった状態に変形し、支圧板の全面が有効に働かないことを指摘している。さらに建築PC基準の解説には、有効幅  $D$  として  $D = d + 3t$  が示され、コンクリート供試体の破壊時には上式に拠った支圧板は、その全面が十分有効に働かない場合のあることが記述してある。本実験で使用した支圧板の寸法から  $d + 3t$  を求めると、 $d + 3t = 154$  mm ( $d$ : ナットの平寸法 58 mm,  $t$ : 支圧板厚 32 mm) となり、1辺 165 mm の正方形支圧板は反り上り変形の点で不

継足し後部材

(単位: kgf/cm<sup>2</sup>)

測点番号	荷 重 (tf)													
	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	40.00	42.00	44.00	46.00	50.00	60.00	65.00	70.00
42・41	0.00	0.00	-0.16	-0.49	-0.49	-0.65	-1.14	-1.14	-1.47	-2.29	-5.72	-14.72	-18.64	-22.56
44・43	-0.16	-0.33	-0.33	-0.65	-0.65	-0.82	-1.31	-1.47	-1.96	-2.62	-6.05	-15.37	-19.78	-23.87
46・45	0.16	0.00	-0.16	-0.33	-0.49	-0.82	-0.98	-1.14	-1.64	-2.29	-5.56	-15.04	-19.29	-23.38
48・47	0.16	0.00	0.00	-0.16	-0.33	-0.49	-0.98	-1.14	-1.31	-2.29	-5.40	-14.22	-18.15	-22.24
50・49	0.16	-0.16	-0.33	-0.16	-0.33	-0.65	-0.98	-0.98	-1.31	-1.80	-4.58	-12.43	-16.02	-19.29
32・31	-0.49	-0.49	-0.82	-0.82	-1.14	-1.14	-1.64	-1.80	-2.29	-2.94	-6.38	-15.21	-19.46	-23.22
34・33	-0.33	-0.33	-0.49	-0.49	-0.65	-0.49	-0.98	-1.14	-1.47	-1.96	-5.40	-13.73	-17.66	-21.09
36・35	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.33	-0.49	-0.65	-0.98	-1.47	-4.74	-13.24	-17.00	-20.60
38・37	0.16	0.00	0.00	-0.16	-0.16	-0.33	-0.49	-0.82	-1.14	-1.80	-5.07	-13.57	-17.66	-21.42
40・39	0.00	-0.16	-0.16	-0.16	-0.49	-0.49	-0.82	-0.98	-1.31	-1.96	-5.07	-12.75	-16.35	-19.78
22・21	-0.82	-1.64	-2.29	-2.94	-3.76	-4.74	-6.05	-6.54	-7.03	-8.01	-11.45	-20.76	-25.02	-28.94
24・23	0.33	0.65	1.31	1.64	1.96	2.13	2.62	2.94	2.62	2.13	-1.31	-10.46	-14.72	-18.31
26・25	0.65	1.31	2.13	2.94	3.60	4.25	5.40	5.40	5.40	4.91	1.64	-6.70	-10.46	-14.22
28・27	0.65	0.82	1.31	1.31	1.64	2.13	2.45	2.62	2.45	2.13	-0.98	-9.48	-13.24	-16.84
30・29	-0.16	-0.33	-1.14	-1.96	-2.78	-3.43	-4.74	-4.91	-5.40	-6.05	-9.32	-17.66	-21.75	-25.18
12・11	-1.64	-3.60	-5.40	-7.03	-8.99	-10.63	-14.39	-15.21	-16.02	-17.17	-20.76	-30.41	-34.66	-39.08
14・13	0.49	1.64	2.45	3.27	4.09	4.91	6.70	6.87	7.03	6.54	3.43	-5.07	-8.99	-12.43
16・15	2.78	6.38	9.48	11.94	15.04	17.66	22.56	23.54	24.36	24.36	21.58	12.92	9.32	6.05
18・17	0.65	2.29	2.94	3.43	4.25	5.23	6.54	7.36	7.19	6.87	4.09	-3.92	-7.52	-10.79
20・19	-0.98	-2.13	-3.43	-4.74	-6.38	-8.01	-10.63	-11.45	-11.94	-12.75	-15.53	-23.38	-26.98	-30.25
2・1	-1.96	-4.25	-6.70	-8.83	-11.28	-13.57	-18.31	-19.13	-20.27	-21.58	-25.02	-34.66	-39.08	-43.49
4・3	-0.98	-1.96	-2.94	-3.60	-4.91	-5.72	-7.52	-8.18	-8.67	-9.48	-12.59	-20.93	-24.85	-28.29
6・5	4.91	9.81	14.39	18.97	23.71	27.96	35.81	37.28	38.91	39.89	36.95	28.29	24.53	21.09
8・7	-0.98	-1.80	-2.45	-3.27	-3.76	-4.74	-6.21	-6.70	-7.36	-8.01	-11.12	-19.62	-23.38	-26.81
10・9	-1.47	-3.27	-5.40	-7.52	-9.81	-11.77	-15.86	-16.68	-17.99	-18.80	-22.24	-30.90	-34.99	-38.59
62・61	-2.00	-3.99	-6.14	-8.14	-10.59	-12.59	-16.73	-17.65	-18.73	-19.65	-22.72	-30.39	-33.92	-37.61
64・63	-3.68	-6.60	-9.67	-12.59	-15.66	-18.42	-23.64	-25.02	-25.94	-27.48	-30.55	-38.84	-42.83	-46.82
66・65	-2.61	-10.28	-19.96	-29.93	-41.29	-51.88	-72.91	-78.13	-82.74	-86.88	-91.18	-100.85	-105.45	-109.75
68・67	-3.22	-6.14	-9.06	-11.97	-14.89	-17.96	-23.03	-24.41	-25.17	-26.40	-29.93	-38.07	-41.60	-45.28
70・69	-1.38	-3.99	-5.99	-8.14	-10.75	-13.20	-17.35	-18.42	-19.34	-20.57	-24.10	-32.08	-36.07	-39.76
72・71	-2.76	-5.53	-8.29	-10.90	-14.12	-17.04	-22.41	-23.79	-25.02	-26.56	-29.93	-38.53	-42.83	-46.82
74・73	-4.14	-9.21	-14.12	-19.03	-24.56	-29.93	-40.22	-42.67	-44.82	-47.12	-50.66	-59.56	-63.86	-68.00
76・75	-4.91	-11.97	-19.34	-26.71	-34.84	-42.52	-57.87	-61.25	-64.32	-67.23	-71.07	-80.28	-84.89	-89.64
78・77	-3.53	-8.29	-13.20	-17.96	-23.79	-28.86	-39.14	-41.29	-43.44	-45.44	-48.81	-57.72	-61.86	-65.85
80・79	-1.84	-4.45	-6.91	-9.21	-12.28	-14.74	-19.49	-20.72	-21.80	-22.87	-26.10	-33.46	-37.30	-40.52
82・81	-3.38	-6.91	-11.05	-14.89	-19.19	-23.33	-30.85	-32.85	-34.38	-36.23	-40.22	-49.73	-54.34	-58.94
84・83	-3.53	-7.83	-12.28	-16.58	-21.64	-26.10	-35.00	-36.99	-38.99	-40.83	-44.21	-52.80	-56.95	-61.09
86・85	-3.38	-7.68	-12.13	-16.58	-21.80	-26.25	-35.31	-37.15	-39.14	-41.14	-44.21	-52.19	-56.18	-60.17
88・87	-3.22	-7.52	-11.97	-17.81	-21.18	-25.63	-34.54	-36.69	-38.38	-40.22	-43.90	-52.50	-56.64	-61.09
90・89	-2.30	-5.53	-9.21	-12.74	-16.73	-20.42	-27.48	-29.17	-30.55	-32.08	-35.61	-44.36	-48.51	-52.34
92・91	-3.84	-7.83	-12.13	-16.27	-21.03	-25.02	-33.46	-35.61	-37.30	-39.14	-42.67	-51.73	-56.03	-60.48
94・93	-3.07	-6.60	-10.59	-14.58	-18.57	-22.56	-30.09	-31.93	-33.62	-35.31	-38.38	-46.36	-50.35	-54.19
96・95	-3.22	-6.75	-10.75	-14.43	-19.03	-23.18	-30.85	-32.70	-34.23	-35.77	-39.14	-47.43	-51.27	-55.26
98・97	-3.53	-7.68	-11.97	-16.12	-21.18	-25.48	-34.23	-36.07	-38.07	-40.06	-43.59	-52.80	-57.10	-61.25
100・99	-2.46	-6.14	-9.52	-13.35	-17.50	-21.34	-28.86	-30.55	-32.39	-33.92	-36.99	-45.13	-49.12	-52.80
102・101	-3.53	-7.37	-11.36	-15.35	-19.65	-23.79	-31.62	-33.31	-35.00	-36.53	-39.91	-48.20	-52.34	-56.33
104・103	-3.84	-8.29	-12.89	-17.50	-22.87	-27.48	-36.69	-38.99	-40.68	-42.67	-46.66	-56.33	-60.94	-65.39
106・105	-3.53	-7.83	-12.43	-17.04	-22.10	-26.71	-35.77	-37.91	-39.91	-41.91	-45.59	-55.41	-60.02	-64.78
108・107	-3.07	-7.06	-11.05	-15.04	-19.65	-23.79	-31.93	-33.77	-35.31	-37.15	-40.68	-49.43	-53.57	-57.56
110・109	-2.92	-7.06	-11.36	-15.96	-20.88	-25.33	-34.23	-36.23	-38.22	-40.06	-43.90	-53.26	-57.87	-62.32

表-5 測点 66・65 の測定値の換算値

(×10<sup>-6</sup>)

荷重 (tf)	5	10	15	20	25	30	40	42	44	46	50	60	65	70
測定値 66・65	8.5	33.5	65.0	97.5	134.5	169	237.5	254.5	269.5	283.0	297.0	328.5	343.5	357.5
A : 0.94 × (66・65/2)	4.0	15.7	30.6	45.8	63.2	79.4	111.6	119.6	126.7	133.0	139.6	154.4	161.4	168.0
B : (66・65/2) × 1/6.84	0.6	2.4	4.8	7.1	9.8	12.4	17.4	18.6	19.7	20.7	21.7	24.0	25.1	26.1
A + B	4.6	18.1	35.4	52.9	73.0	91.8	129.0	138.2	146.4	153.7	161.3	178.4	186.5	194.1

(注) コンクリートのヤング係数

継足し前部材  $E_{c1} = 3.27 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$  (材齢 2 週)

継足し部  $E_{c2} = 3.07 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$  (材齢 1 週)

ヤング係数比  $E_{c2} / E_{c1} = 0.94$

鋼支圧板のヤング係数

$E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

ヤング係数比  $E_s / E_{c2} = 6.84$

利な形状である。同文献におけるコンクリートシリンダーに同心円状の局部載荷を行う考え方に基づいて正方形支圧板を円形板に換算し、コンクリートと板との間の接触圧分

布を図 - 10 のように単純化して仮定し、ナット定着時の円形板外縁部の変位量 ( $w$ ) を概算すると、つぎのような数値を得る [図 - 10 および参考文献 7) pp.4 - 74 ~ 4 - 76 参照]。



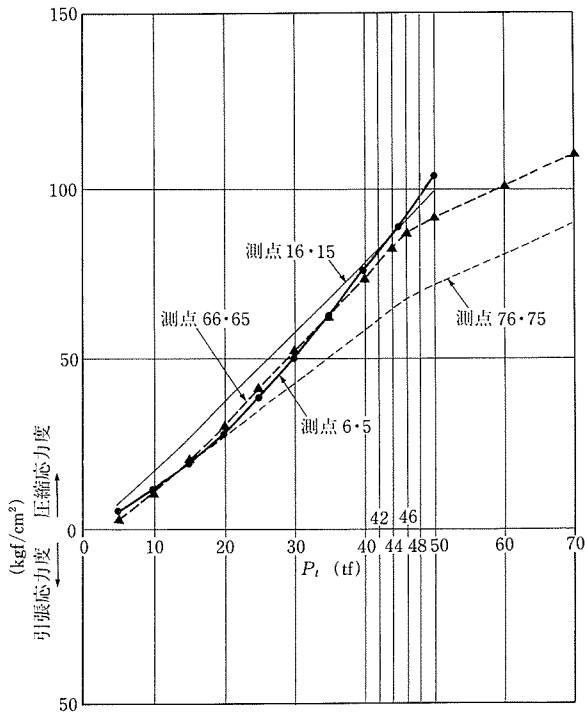


図 - 8 打継目を挟んで相対する材軸上の測点 6・5 と 66・65 および 16・15 と 76・75 の応力度の関係

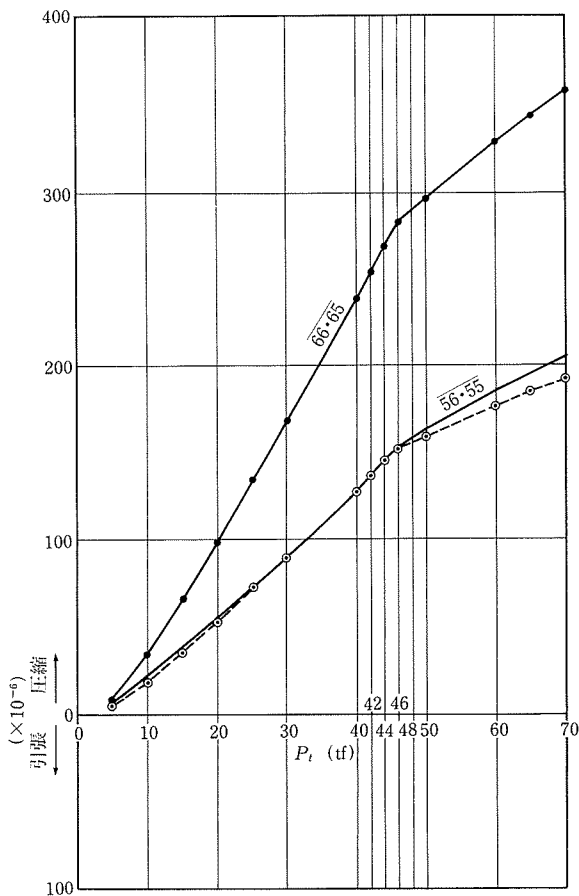


図 - 9 測点 56・55 と 66・65 の荷重・ひずみ図の関係

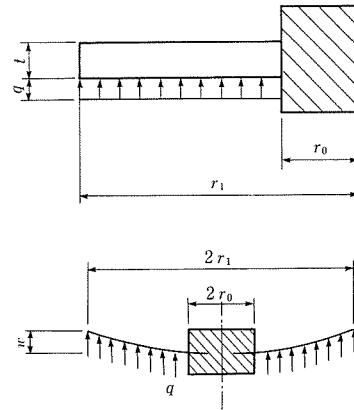


図 - 10 円形板モデル (内周固定, 外周自由) の荷重図

$$w = \alpha \frac{q \cdot r_1^4}{E \cdot t^3} = 0.05 \text{ mm}$$

$d = 58 \text{ mm}$ ,  $t = 32 \text{ mm}$ ,  $r_1 = (d + 3t) / \sqrt{\pi} = 87 \text{ mm}$ ,  $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$  ( $r_1$ :  $d + 3t$  を辺長とする正方形の面積と等面積の円形板の半径)

$q$ : 50 ton 荷重時, 円形板に作用する等分布荷重  $q = 240 \text{ kgf/cm}^2$

$\alpha$ : 図表から得られる係数  $\alpha = 0.25$

さらに 支圧板背後で計測される引張ひずみと継足し前部材のジャッキ端付近に集中する圧縮ひずみとにつき, それぞれの分布状態を図示して相互の関連を見てみる。

支圧板を介して局部的に強圧を受ける支圧板背後の圧縮域の状態を, 継足し前部材に対する  $P_1$  荷重時の測定結果で示すと図 - 11 のようである。図上, 支圧板の座面位置から部材内方へ約 400 mm の範囲に圧縮ひずみの集中する状態が見られる。また, 継足し後部材に  $P_2$  を荷重する過程で最大のひずみ低下を記録する 46 tf 荷重時の断面  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  における中心軸上および軸近傍測点の測定値を図 - 12 のように作図する。この場合, 低下の生ずる範囲としては, 打継目部から約 400 mm の区間が推定できる。この図 - 11 と 12 からは, 圧縮ひずみの集中する定着部圧縮域とひずみ低下を生ずる区域の概略の一致が認められ, ひずみ分布の形にも互いにおよその類似が見られる。

以上の経過から, 継足し後部材の成形時の打継面は, 支圧板を介して  $P_1$  により局部的に強圧を受けた形の変形を生じ, 同時に支圧板自体もまた緊張・ナット定着の過程で周辺部の反った変形を起こし, このような状態を内蔵して継足し後部材は成形されていることが想定できる。 $P_2$  を荷重すると, 支圧板 2 における  $P_1$  による反力は, 逐次, 支圧板 3 に移行し  $P_2 > P_1$  では支圧板 1, 3 で  $P_2$  を受けるようになる。この過程で支圧板を含む打継目領域の変形は復元の挙動を示し, 支圧板 2 の前面では圧縮増, 背面側では圧縮状態の低減緩和を生じ部材は平衡する。なお表 - 3 に依ると, 70 tf 荷重の繰返しにおいて各部断面の測定値は各回ともほとんど変化を来さず, 除荷時をも含めて値がほぼ一定していて, 打継目領域での変形・復元のサイクルを確認できる。

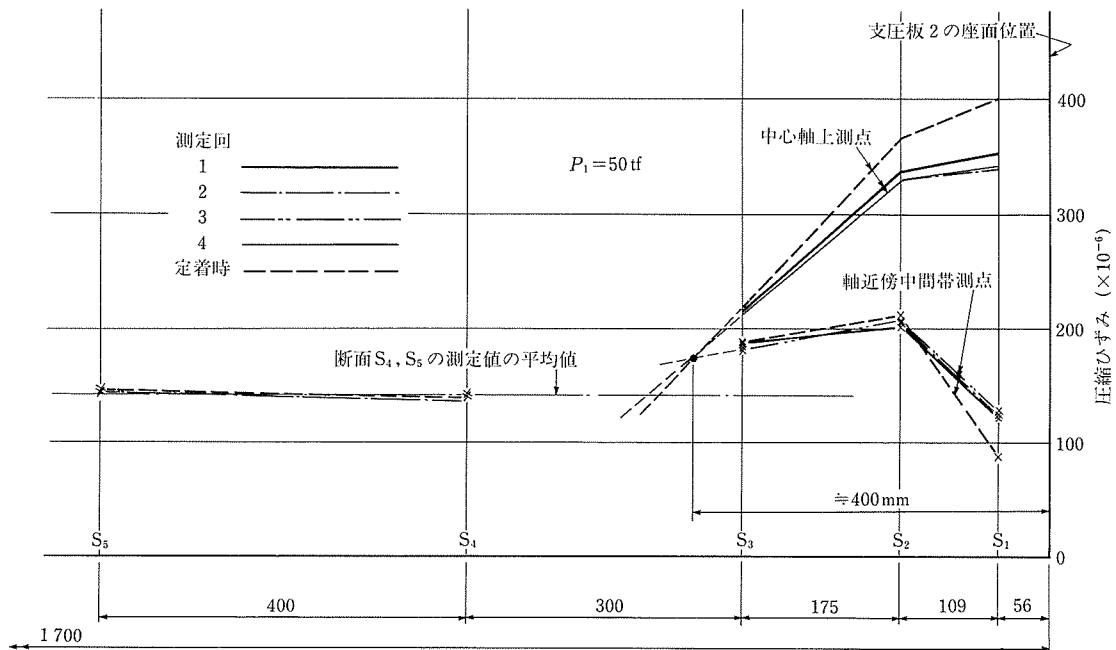


図 - 11 継足し前部材の定着部の圧縮ひずみ測定値の分布

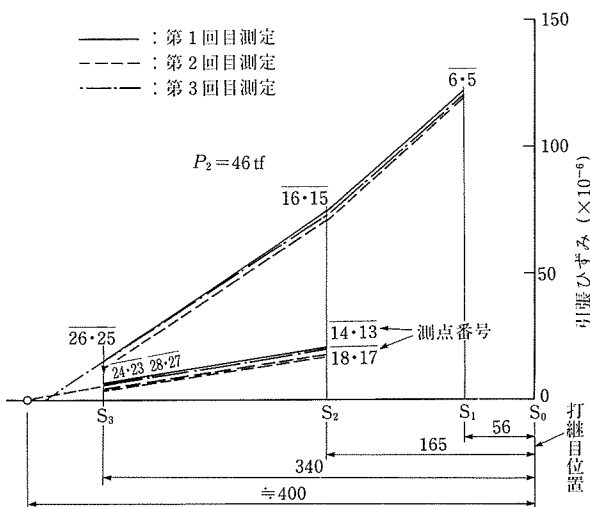


図 - 12 継足し後部材で圧縮ひずみが低下を示す範囲

### 5. カップリング継目部付近のプレストレス分布

継足し後のプレストレスに関して継足し前・後部材の測定結果を重ね合わせ、主に応力分布を対象に考察する。

図 - 13 は、 $P_2$  が 46 tf および 70 tf 時の各測定断面における軸方向応力度の分布を示す図である。 $P_1$  による応力に対してはプレストレス力の経時的減少の影響を考慮し、 $P_2$  を載荷するまでの材齢の経過に応じた補正 (8% 減) をして、これに  $P_2$  載荷による応力を重ね合わせてある。図中、部材の打継目部を跨ぐ測点については、先に述べた理由で応力図から除外してある。各断面での応力分布の状態は、断面  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_9$ ,  $S_{10}$  等ではほぼ等分布するが、圧縮変形復元の影響を直に受ける打継目部前後では材軸上に集中する不均等分布状態を呈する。なお、 $P_2$  載荷の過程で断面  $S_1 \sim S_3$  の腹部域の部分に生じたひずみ低下の現象は、重ね合わせの

結果、同位置の卓越した圧縮ひずみを低減し、結果として図示のように多少緩和した圧縮応力分布を示す。また、70 tf と 46 tf 載荷時の応力度の差は各測点ともほぼ等しく、 $P_2 = P_1'$  時点から終荷重までの間の応力度の変化は各断面とも大体一様である。したがって、 $P_2 = P_1'$  時点までに打継目部前後の領域に形成された不均等分布状態は、最後までそのまま持続する。すなわち、問題のカップリング継目部付近のプレストレス分布は載荷  $P_2 = P_1'$  において分布形状が決定するといえる。

図 - 14 は、供試体の各部断面の応力配分を概観する目的で、図 - 13 に示す各測定断面に分布する応力度とこのときの供試体断面の計算上の等分布プレストレスの値とを比べ、比較結果を中心軸上および上下縁につき示した図である。この図から、不均等分布状態は  $P_2 = P_1'$  時点の方が著しく、70 tf 載荷時にはこの状態が緩和していることが分かる。図上、ピークは継足し部材側にあり、 $P_2 = P_1'$  時点の  $S_6$  断面では、中心軸上測点の応力度が計算値の 2 倍をこえ、同じ断面の上、下縁測点で計算値のおよそ 1/2 である。これが 70 tf 載荷になると、中心軸上で 1.75 倍、上、下縁で 60% 程度に変わる。一方、応力分布に乱れのある領域を外れた区間では計算値に近い状態であり、もっとも材端寄りの断面  $S_5$ ,  $S_{10}$  でも定着域でのプレストレス力の拡がりの結果、応力は断面内にはほぼ等布し、計算値に収束する状態を示す。なお、図 - 14 で打継目部からはほぼ等距離にある断面  $S_3$  と  $S_8$  の状態の相違については次のようである。図 - 15 は、 $P_2$  載荷時に供試体内の先行部材側に残る  $P_1'$  による応力に  $P_2$  の載荷過程の測定値を重ね合わせて  $S_3$  のグラフを画き、その中へ  $S_8$  の測定結果を画き加えた図である。図で明らかなように、継足し前部材に作用させた  $P_1$  の局部集中の影響が  $S_3$  ではなお中心軸沿いに残り、他方、 $P_2$  の作用下で載荷にほぼ比例して応力が変化を示す  $S_8$  では、断面内の

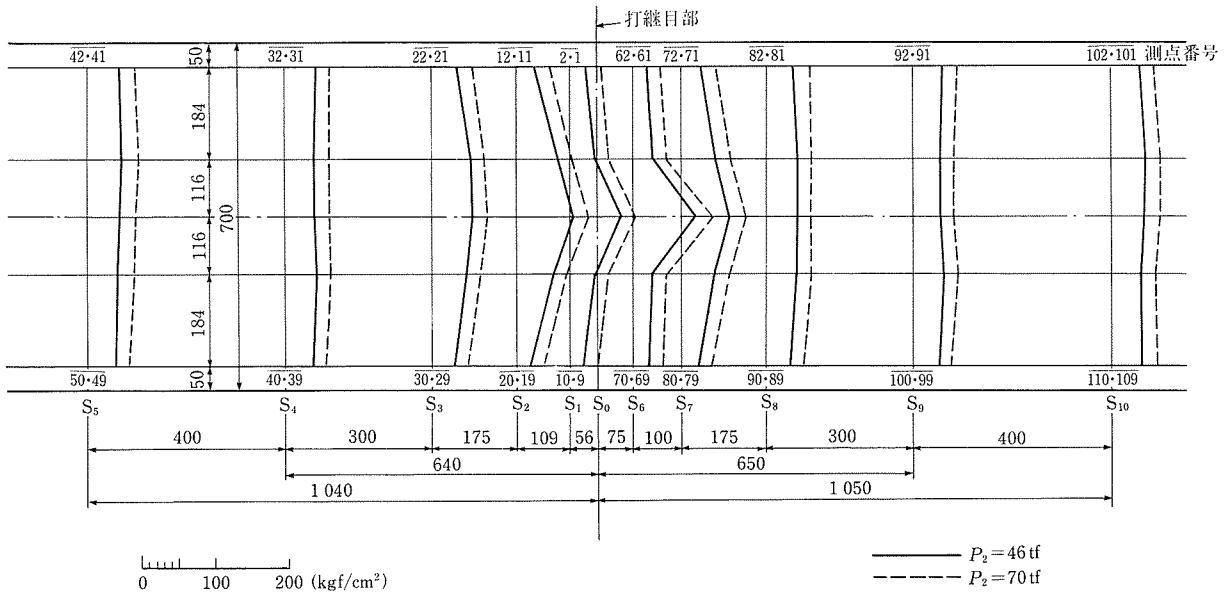


図 - 13 軸方向応力度の分布（載荷 46 tf および 70 tf 時）

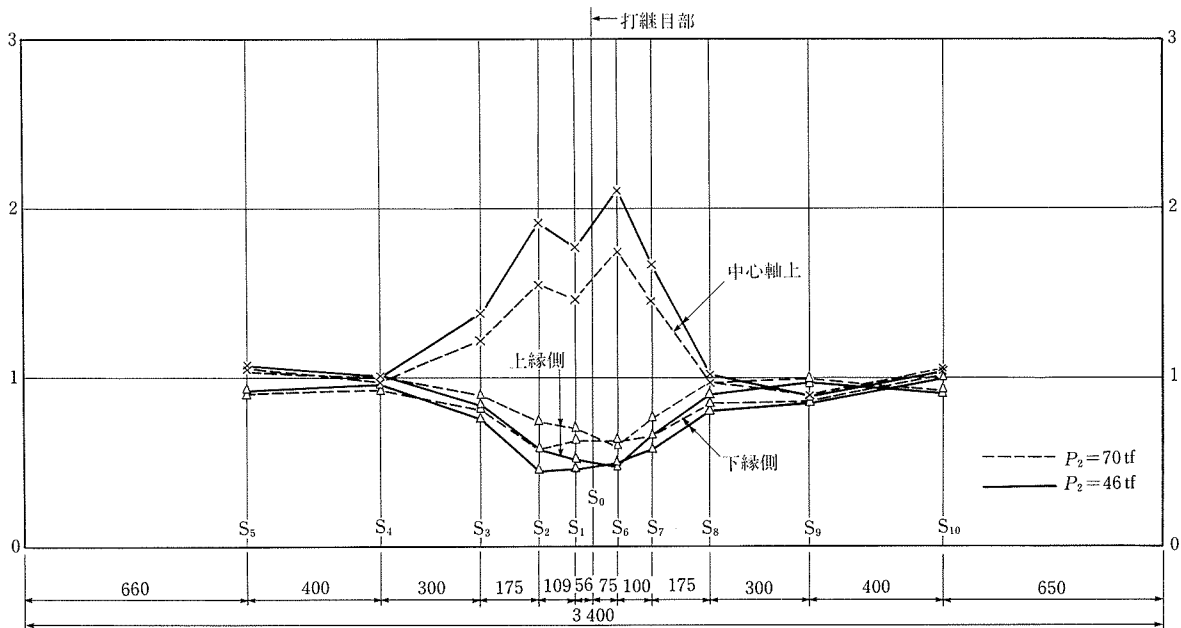


図 - 14 断面内応力配分の比較（載荷 46 tf : 70 tf）

測定値間の開きも比較的小さいため、両断面は図中で互いに相違を示すことになる。また図 - 14 中の  $S_2$  と  $S_7$  の関係も同様であり、不均等分布状態を示す図形の凹凸は全体としてわずかに先行部材寄りに偏る傾向を見せる。

以上、実験計画に沿って測定結果を検討したが、ここで継足し施工の緊張作業で発生する可能性のあるケーブル接続部におけるプレストレス力の食い違いに関連した問題を、実験データの範囲で確かめてみる。ここでは、先行部材の緊張材が接続部において保有する引張力よりも同位置で継足し部材側の緊張材に働く引張力の方が小さい場合について考察する。供試体において継足し後部材への載荷  $P_2$  を 40, 30, 20 tf に抑えた状態を例に取上げる。そして、それぞれの段階の測定値を取り出して各部の応力度を求める。つき

に前述と同様にして、このとき作用しているプレストレス力に対する等分布プレストレスの値を求め、上記の応力度との比較を行った結果が、図 - 16 である。この図が前の図 - 14 と異なる点は、図形のピークが先行部材側に移行することである。すなわち、 $S_1$ ,  $S_2$  断面では中心軸上測点の応力度が計算値の約 2.2~2.3 倍、上、下縁で計算値の 30% 前後となっており、先の例に比べ不均等状態がより鮮明である。

以上の例が示すように、緊張および定着時の測定結果に見られる軸方向圧縮応力の不均等分布の状態は、部材内で有効に働く  $P_1'$  に対する  $P_2$  の作用の大小により影響を受け、カップリング継目部を挟んでほぼ供試体の部材高に相当する範囲に広がり、かつわずかに先行部材側へ偏る傾向

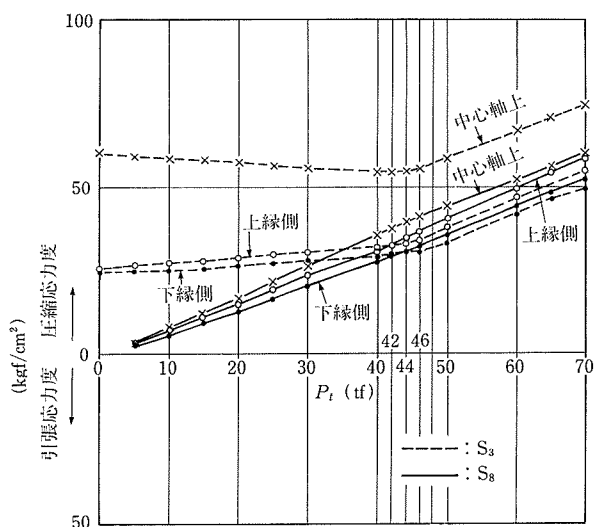


図 - 15 断面  $S_3$  と  $S_8$  の応力度の対比

を示す。

### 6. まとめ

実験データに基づき考察した事項および考察により明らかになった諸点の要約を記す。

- 1) 支圧板を介し荷重  $P_1$  を受ける継足し前部材は、支圧板のすぐ背後が集中的に圧縮を受け変形する (図 - 3, 11)。  $P_1$  荷重に引き続き緊張材をナット定着すると、定着の作用が支圧板背後のひずみの集中傾向を助長する (図 - 4)。この変化から定着部の支圧状態の変換が想定され、支圧面積の減少につながる支圧板の反り変形を考へて、支圧板外縁部の変位量の概算を試み参考値を得た。
- 2) 荷重  $P_2$  を受ける継足し後部材には、継足し前部材に与えたプレストレス力の影響が表れる (図 - 5)。継足し

部材側 ( $S_7, S_6, S_0$ ) 軸上測点の圧縮ひずみの集中増大、隣接する先行部材側 ( $S_1 \sim S_3$ ) の軸上および軸近傍測点のひずみ低下の現象等は、この影響の特徴を示すとともに継足し前部材定着域の変形復元を示唆する。なおひずみ分布図 (図 - 6) も打継目前後の図形は、部材の腹部域の部分が互いに相反する作用を受ける状態を表し、定着域の変形復元を示唆する。また、荷重・ひずみ図は荷重過程で勾配を変え、先のプレストレス力の影響の限度を示す変化を表す。限度 (約 46 tf) を超えた範囲では、すべての測点の図形が互いに平行になりひずみは一樣な変化を示す。

- 3) 継足し前、後部材の測定データの相関について、荷重・ひずみ図形を対比 (図 - 7(a), 図 - 9) して、  $P_2 \leq P_1$  の範囲で図形が示す類似性を確かめ、また前・後のひずみ測定時の応力度による比較 (図 - 8) をして、応力状態の概略の一致を確かめた。なお図 - 11 と 12 には継足し前部材の支圧板背後の圧縮域と継足し後部材のひずみ低下を表す区域の関連を示した。上記資料は、継足し前部材に与えた変形が、荷重  $P_2$  を受ける継足し後部材においては、隣接領域に集中的に直に作用して領域内に不均等ひずみ分布をもたらすことを示し、かつ、カップリング継目部付近特有のプレストレス分布発生の根源も示している。
- 4) 継足し後部材のプレストレスに関して、  $P_1$  定着時の測定で得た継足し前部材の応力に補正を加え  $P_2$  荷重による応力を重ね合わせて継足し後部材の応力を求め、部材断面の応力分布および各部断面の応力配分状態等を考察した。

$P_2$  が 46 tf および 70 tf 時の応力分布図 (図 - 13) は、カップリング継目部付近の断面では応力が材軸近辺に集中し、縁端部で減少して不均等分布する状態を表し、継足し施工に拠る部材のプレストレス分布の特徴を示す。

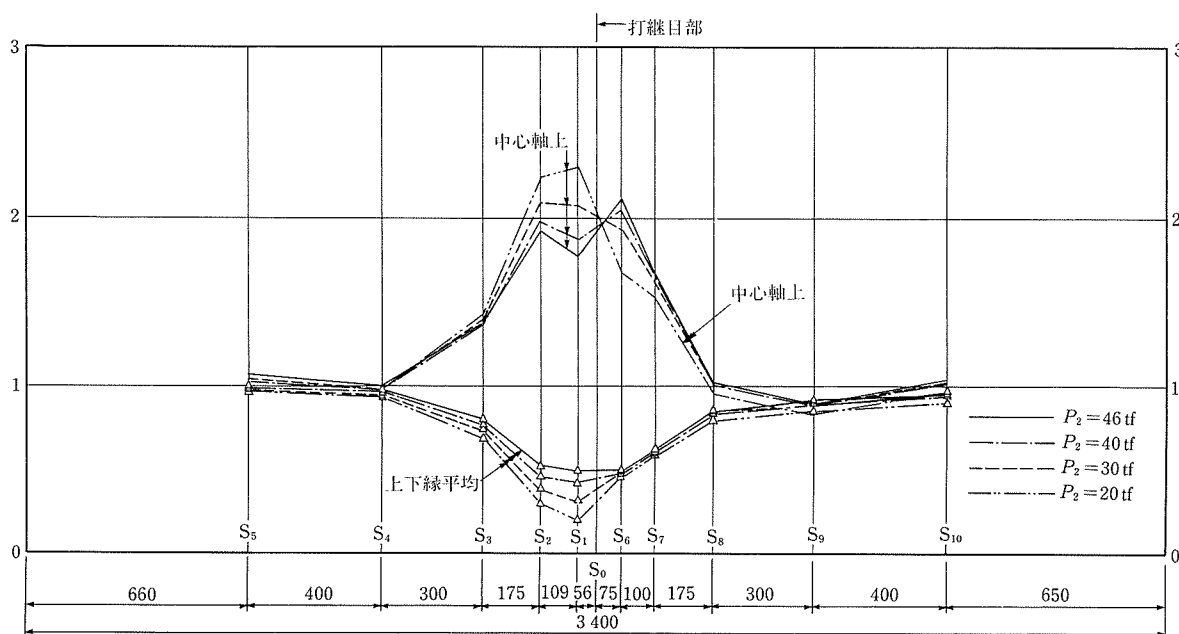


図 - 16 断面内応力配分の比較 (荷重 46, 40, 30, 20 tf の場合)

また、46 tf 時と 70 tf 時の分布図形は互いに相似であり、 $P_2 = P_1'$  時点の分布状態が終荷重までそのまま持続することを示す。換言すれば、問題のカップリング継目部付近のプレストレス分布は載荷  $P_2 = P_1'$  で分布状態が定まるといえる。なお 応力配分の比較図 (図 - 14) は不均等分布の状態、その発生域等を概観する目的で作成した。同様な主旨による図 - 16 では、継足し前・後部材の緊張材に与える引張力に相違の生じた場合を仮定した状態の変化を調べた。

## あとがき

継足し施工のカップリング継目部を模したグラウトをしてない PC 板状供試体による実験で、部材の継足し後に与えるプレストレス力  $P_2$  の作用の下で継目部を挟んだ領域が示す特殊の挙動は、継足し前部材に与えたプレストレス力の部材内分布とこれに因る変形の影響下で起こる。この領域ではプレストレス力  $P_2$  の作用に支圧板 2 を含む先行部材側定着部の変形復元の影響が重なるため、前後の一般領域と異なりプレストレスは断面内に等分布せず、支圧板 2 の前面側では、支圧板直前のコンクリートが集中的に圧縮され上下縁端部への応力配分が減ずる状態が惹き起こされる。また 背面側では、定着部周辺に残る  $P_1$  による圧縮応力分布の少ない縁端部に、状態を補填するような応力配分を生じ、一方  $P_1$  の定着により圧縮応力が集中した部材軸付近では、変形復元に起因する応力の平均化を生じ、背面側の応力分布の状態は全体的に緩和して前面側に対応し継目領域は平衡を保つ。このようにして形成されるカップリング継目部付近のプレストレス分布は、載荷  $P_2 = P_1'$  において分布形状が定まる。

以上は材軸沿いに配置した 1 本の緊張材によるカップリング継目領域に特有の応力配分システムであり、このシステムの形成により継目部付近では圧縮応力が断面内に不均等に分布する。実験データの示す不均等分布状態は、緊張過程または定着時の状態であり、経時的には PC 部材としての供試体の圧縮変形に伴い変化する。とくに、材軸に集中する分布形状の圧縮応力に対する若材齢時の部材コンクリートのクリープの進行により、結果的に断面内の不均等状態は早期にある程度まで均されるものと考えられる。

以下、主題をはなれ補強関連の事項を付記する。

不均等配分の要因となる定着部の変形については、プレストレス時のコンクリートの強度条件とともに、支圧板の形状寸法および支承条件等が影響する。実験に用いた支圧板の元の支承条件は、供試体の横断面の長辺と支圧板の辺長との比が 700/165、横断面と支圧板の面積比は 4.4 : 1 で 2 次元載荷であるが、面積に比し厚さの薄い板が緊張および定着の過程で反りを生じ、荷重の作用状態が変わって定着部の変形を助長する結果を招いている。一般に

定着具自体は、その構造および強さに関して、使用する PC 鋼材の規格に定められた引張荷重値以下で破壊したり、著しい変形をおこすことのないようなものでなければならないとする示方書の条項の主旨にのっとってその形体を構成し実用されている。したがって、定着具が本来の働きをする載荷状態においては定着具を含め定着部には相応の変形の生ずる可能性がある。

定着部の変形に対しては、定着具筋を強化拡大して集中力の分散を図り、さらに鉄道橋で実施しているような分布筋を定着具筋の背後に添えて配置することにより、プレストレス力の断面内での均一分布に役立てることも効果のある方法と考える。分布筋は継目部領域の特性から目地部を中心にして対称に継足し部材側にも配置するようにして変形復元の影響に備える。

上下縁部のプレストレスが目地部前後で減少傾向を示す区間に対する補強については、基本的に区間全域を対象に軸方向鉄筋を通し筋として用い、断面の上下縁を主に補強を行い、腹部にもある程度の配筋をして目地部全体の強化を図る方法が考えられる。

本文でこれまでに述べた事柄は、単一化したモデル実験の結果に基づいているが、カップリング継目部における緊張材が断面内で局所に集中して定着・接続されるような場合に限り、実験の中で供試体が示す特性の多くは実際の構造物に対しても有用な目安を提供し、考察により得た知見が意義をもつことになると考える。

## 謝 辞

本報文のまとめにあたり、実験当時の関係者の労にに対し、改めて謝辞を申し述べます。

また、旧 国鉄時代鉄道技術研究所および構造物設計事務所において同室で御指導を戴いた田村浩一氏ならびに小寺重郎氏から本文に関し御懇切な御助言を戴きました。ここに記して厚く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 猪股：PC 桁カップリング継目部プレストレス分布、プレストレスコンクリート、Vol.31, No.6, Nov.1989
- 2) 安井、梅津：PC 桁の緊張カップリング継目における応力分布、コンクリート工学、Vol.26, No.9, Sept.1988
- 3) 藤井：たわみ性支圧板載荷によるコンクリート支圧強度の理論的研究、土木学会論文報告集、193 号、1971.9
- 4) 坂・六車・小垣・寺沢：鋼棒使用ポストテンション型 PC の定着部応力に関する研究；日本建築学会論文報告集、55 号、1957.2
- 5) 坂・六車・鈴木：デイビダーク工法の定着板効果に関する実験的研究、住友電工、72 号
- 6) 六車・岡本、局部荷重を受けるコンクリートの支圧強度に関する研究、プレストレスコンクリート Vol.5, No.5, Oct.1963
- 7) 日本機械学会編、機械工学便覧 改訂第 6 版 材料力学第 5 章 平板。(1979.1)

【2002 年 7 月 9 日受付】