

Br. 73-7



道路事業調査費・試験調査
上部構造の調査・設計
施工基準の作成に関する試験調査

土木研究所資料

第909号

PC合成けた橋に関する実験的研究(II)

昭和49年2月

建設省土木研究所
構造橋梁部橋梁研究室

ま え が き

プレストレストコンクリートは、本来鉄筋コンクリートの延長線上にあるにもかかわらず、我国においては異質のものとして受け入れられている傾向がある。そのためにプレストレストコンクリートと鉄筋コンクリートとの折衷構造といったものは、ほとんど採用されていないのが現状である。

しかしPC橋工事における省力化、急速施工等を目的としたPC部材のプレハブ化を一層促進させるためには、プレハブ部材相互の接合部をRC構造で連結するのが非常に有利と考えられる。

そこでプレテンションPC合成げた橋においてこのような方法で設計することの可能性を検討することとした。

昭和49年2月

橋梁研究室	室 長	国 広 哲 男
	研究員	朝 倉 肇
		伊 藤 満

目 次

1. 試験の目的	1
2. 試験体	1
2.1 試験体諸元	1
2.2 材 料	3
3. 試 験	5
3.1 試験の概要	5
3.2 載荷方法	5
3.2.1 静的試験	5
3.2.2 疲労試験	6
3.3 測定方法	6
4. 試験の結果および考察	7
4.1 静的試験	7
4.1.1 ひび割れ発生状況	7
4.1.2 ひび割れ幅	7
4.1.3 たわみ	12
4.1.4 コンクリートのひずみ	12
4.1.5 破壊強度	13
4.1.6 静的試験の結論	13
4.2 疲労試験	14
4.2.1 ひび割れ発生状況	14
4.2.2 ひび割れ幅	14
4.2.3 たわみ	19
4.2.4 コンクリートのひずみ	19
4.2.5 鉄筋のひずみ	20
4.2.6 破壊状況	20
4.2.7 疲労試験の結論	21
5. 結 論	21

1. 試験の目的

プレキャストPC合成げた橋の施工においては、横げたにプレストレスを導入しているので、プレキャスト化による利点がかなり損なわれている。すなわち主げた部を架設後横げたのコンクリートを打設し、このコンクリートが十分硬化してからプレストレスを導入し、その後で床版を打つという段取りを要するために、工期が長くなるとともに横げたのわずかな横締めのためにPC工という特殊技能を有する作業員と緊張装置を必要とする。

そこで施工の急速化、省力化を進めるために横げたをRC構造とする方法を検討することとした。

PC合成げた橋の横げたをRC構造とすれば、プレストレッシング作業が不用となり、横げた部コンクリートと床版部のコンクリートとを同時に打てるために、工期の短縮が可能となる。

このような工法によれば、プレストレスを導入した場合に比べ主げたコンクリートと現場打ちコンクリートとの一体性が問題となる。

本研究は、昭和46年度に行なった研究（土木研究所資料第742号で報告）の継続研究であり、まず、PC合成げた橋の横げたとして4種類の鉄筋コンクリート構造の横げたを考え、これらについて静的載荷試験を行ない、さらにこれらの中から一体打ち鉄筋コンクリートに最も近い性状を示した構造について疲労試験を行ないその適用性を検討したものである。

2. 試験体

2.1 試験体諸元

試験体は図-1に示すように、橋軸直角方向に横げた部を切り出した形を単純化したもので、プレキャスト部（主げたのウェブにあたる。）と現場打ちコンクリート部が交互に連なる矩形断面の単純はりとした。

タイプⅠは、一体打であり各種補強方法の試験体との性状の比較を行なうために製作したものである。

タイプⅡは、プレキャストげたに設けた穴に鉄筋を通してだけで横げた部のコンクリートを打ったものであり、タイプⅢは、タイプⅡのプレキャストげたに図-2に示すような差し筋をしたものである。ただし、鉄筋の両端にはネジを切りアンカープレートを設け鉄筋を定着した。

タイプⅣは、シースでダクトを作っておいて鉄筋を通し現場打ちコンクリート硬化後、鉄筋両端に切ったネジを利用して人力で鉄筋に応力を導入しその後グラウトを行なったものであり、タイプⅤはタイプⅣのプレキャストげたにタイプⅢと同様に差し筋をしたものである。

なお、タイプⅤにおいて静的試験に用いた試験体を「タイプⅤ-A」、疲労試験に用いた試験体を「タイプⅤ-B」と呼ぶこととする。

製作数は、タイプⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ各2体およびタイプⅤ4体の合計12体である。

主げたと現場打ちコンクリートとの打継ぎ面はコンクリート打設前に十分ぬらしておいたが、チップング等の打継ぎ面を粗にする作業は行なわなかった。また主げたは鋼製型枠で作られているので、その表面は十分平滑な状態であったのでアンカープレートはコンクリートに直接タッチさせ、ワッシャーを介してナットで締めつけた。

タイプⅠ（一体打ち）

タイプⅡ（鉄筋通し差し筋なし），タイプⅢ（鉄筋通し差し筋あり）

タイプⅣ（鉄筋グラウト差し筋なし），タイプⅤ（鉄筋グラウト差し筋あり）

– 2 –

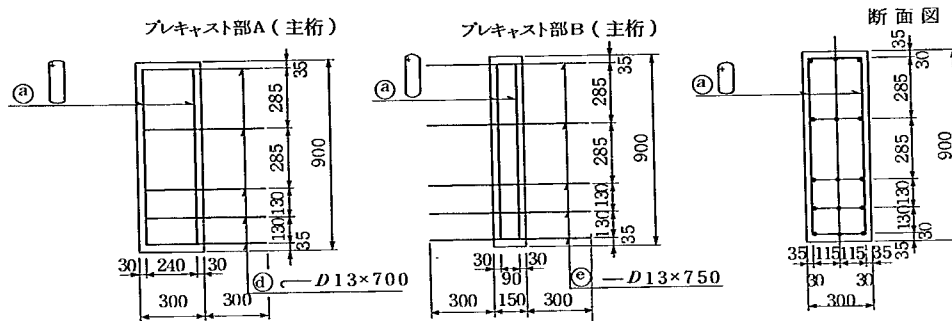


図-2 プレキャスト部詳細図

測定した結果、約 $100\text{kg}/\text{cm}^2$ であることがわかった。

導入応力の大きさは、作業する人によって多少の差はあるようであるが、工具を一定とすればそれほど大きな差は生じないようである。

2.2 試験体に用いた材料

(1) コンクリート

コンクリートには、JISおよび土木学会の規格に適合する材料を使用した。示方配合は表-1に示す通りである。

表-1 コンクリート示方配合

タイプⅡ, Ⅲ, Ⅳ, V-A

	設計基準強度 (kg/cm^2)	粗骨材 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	単位 W(kg)	単位セ メント量 C(kg)	水セメ ント比 W/C(%)	絶対細 骨材率 S/A(%)	骨材重量(kg)		
								全量 A	細骨材 S	粗骨材 G
主げたコンクリート	500	20	4 ± 1.5	159	430	37	30	1083	327	756
横げたコンクリート	300	20	4 ± 1.5	158	300	53	35	1123	393	730

タイプⅠ, V-B

	設計基準強度 (kg/cm^2)	粗骨材 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	単位 水量 W(kg)	単位セ メント量 C(kg)	水セメ ント比 W/C(%)	絶対細 骨材率 S/A(%)	骨材重量(kg)		
								全量 A	細骨材 S	粗骨材 G
横げたコンクリート	300	20	9 ± 2	191	308	62	50	1807	895	912

圧縮強度、弾性係数については表-2の通りである。なお表に示した値は、試験体と同じ養生を行った $\phi 15 \times 30\text{cm}$ の供試体から求めた試験時におけるコンクリートの強度試験結果の値である。

表-2 コンクリート強度試験結果

試験体の タイプ	圧縮強度 (kg/cm ²)	弾性係数 ×10 ⁵ (kg/cm ²)
タイプⅠ	292	2.7
タイプⅡ	378	2.5
タイプⅢ		
タイプⅣ		
タイプⅤ-A		
タイプⅤ-B	290	2.5

(2) 鋼材

鉄筋にはJISG3112に適合するSD30のφ32mmのものを用いた。その強度試験結果は、表-3に示す通りである。鉄筋両端にはJISB0205のW1(外径25.4,有効断面積387mm²)に適合するネジを切った。

表-3 鋼材強度試験結果

	降伏点(kg/cm ²)	引張強さ(kg/cm ²)
鉄筋	3,520	5,480

3. 試 験

3.1. 試験の概要

静的載荷試験は、タイプⅠを1体、タイプⅡ,Ⅲ,Ⅳ,Ⅴについてそれぞれ2体ずつについて行なった。つぎに、静的試験で最もタイプⅠの曲げ性状を示した試験体(タイプⅤ)について疲労試験を行なった。

疲労試験を行った試験体は、タイプⅠを1体、タイプⅤが2体である。各試験体を表わす記号および試験時材令は表-4に示す通りである。

なお、タイプⅠとタイプⅤ-Bは製作時期が異なり、コンクリートの配合試験時材令にもかなり差があったことを付記しておく。

表-4 試験体の表示および試験時材令

試験の種類	試験体のタイプ	記号	横げたコンクリートの材令(日)
静 的 試 験	タイプⅠ	Ⅰ-1	46
	タイプⅡ	Ⅱ-1	79
		Ⅱ-2	86
	タイプⅢ	Ⅲ-1	65
		Ⅲ-2	87
	タイプⅣ	Ⅳ-1	84
		Ⅳ-2	92
	タイプⅤ	Ⅴ-A-1	91
		Ⅴ-A-2	96
疲 労 試 験	タイプⅠ	Ⅰ-2	14
	タイプⅤ	Ⅴ-B-1	20
		Ⅴ-B-2	30

3.2 載荷方法

図-3に示すように、両端のプレキャスト部を支点として、中間部の主げたに載荷する2点載荷とした。これは実際の橋における載荷状態とかなり異なるが、横げた部の曲げ性状を検討することを目的とした本実験においては、このような方法で十分目的を達せられるものと考えた。

3.2.1 静的載荷試験

荷重ピッチ3tonごとに0tonから設計荷重の

21.6ton(鉄筋の計算応力度が設計で考えられて

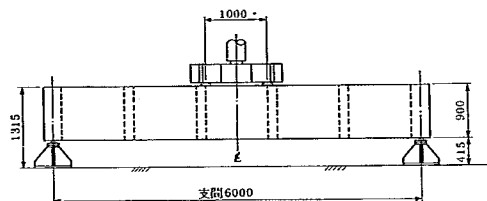


図-3 載荷方法

いる許容応力度 $1,400 \text{ kg/cm}^2$) となるまで載荷し、次にひびわれの発生等が安定するように 10 回繰返し、その後荷重を増大し破壊に至らせた。

3.2.2 疲労試験

下限荷重は 2 ton とし、上限荷重を設計荷重である 21.6 ton で約 200 万回繰返し載荷を行い、その後設計モーメントの 1.3 倍および 1.6 倍のモーメントを生ぜる 27.9 ton, 34.2 ton の上限荷重でそれぞれ約 100 万回ずつ繰返し載荷を行った。

2 ton $\longleftrightarrow$ 21.6 ton	200 万回
2 ton $\longleftrightarrow$ 27.9 ton	100 万回
2 ton $\longleftrightarrow$ 34.2 ton	100 万回

3.3 測定方法

測定はひずみ、たわみ、ひび割れ幅、およびひび割れ観測について行った。各測定とも静的試験においては載荷々重段階ごとに行い、疲労試験においては約 50 万回ごとに試験機をとめ、静的試験と同様の測定を行った。

コンクリートのひずみ測定位置は、図-4 に示す通りである。ゲージはポリエステルゲージを用い、測定方法は 1 枚ゲージ法 3 線式を採用した。

たわみの測定位置は、図-4 に示す通りである。たわみの測定にはダイヤルゲージを用いた。

ひび割れ幅は、図-5 に示す位置に黄銅片を貼りコンタクトストレーンメータにて、黄銅片に打ち込んだ標点間の長さ変化を測定することにより求めた。

ひび割れ発生状況の観測については、各載荷々重段階ごとに発生したひびわれをトレースしこれをスケッチした。同時に写真による記録も行った。

鉄筋のひずみは、図-6 に示すように横締め用鉄筋にゲージをはり応力を測定した。

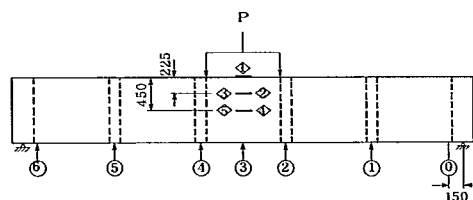


図-4 たわみ、ひずみの測定位置

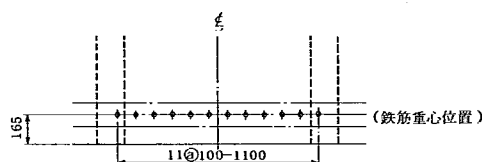


図-5 ひびわれ幅測定位置(両側)

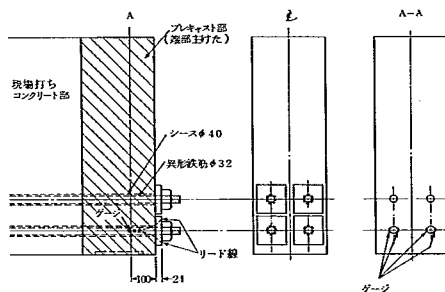


図-6 鉄筋のひずみ測定箇所

4. 試験の結果および考察

4.1 静的試験

タイプVについては、静的載荷試験を行なったタイプV-Aと、疲労試験を行なったタイプV-Bとで同じ構造にもかかわらずその性状にかなり差があったので、静的試験結果としては疲労試験を行なったタイプV-Bの初期載荷における測定値についても同時に考察した。

ただし後述するように、タイプV-Bのうち1体はグラウト不良と思われる結果が出たので、中間部ひび割れ幅についてはタイプV-B-1だけの測定結果を用いた。

4.1.1 ひび割れ発生状況

曲げひび割れ発生荷重は、表-5に示す通りである。表-5に示した計算値は全断面有効とした場合の引張縁応力度がコンクリートの引張強度となる時の値であり、コンクリート引張強度としては、コンクリートの圧縮強度の約1/8をとることとし、タイプIについては36.5kg/cm²、タイプⅡ,Ⅲ,Ⅳ,V-Aについては47.3kg/cm²、タイプV-Bについては36.3kg/cm²とした。

表-5 ひび割れ発生荷重

試 験 体	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	V-A	V-B
計 算 値 (ton)	1 5	1 9	1 9	1 9	1 9	1 5
実 測 値 (ton)	1 5 1 5	6 6	1 2 9	1 5 1 5	21.6 1 8	9

この表より、一体打ちのタイプIは計算値と同じ値を示している。タイプⅡ,Ⅲは計算値に比べてかなり小さな値を示しており、タイプⅣ, V-Aは計算値にかなり近い値を示している。タイプV-Bは計算値に比べて小さな値を示した。

タイプⅡ,ⅢとタイプⅣ, V-Aとの上記の差は、タイプⅣ, V-Aにおいて鉄筋に与えたストレスが、コンクリート表面の乾燥収縮による引張応力の発生を押えるのに効いているためと考えられる。同じタイプVにおいてV-AとV-Bとの間にはかなり差があるが、これは両者の製作時期が異なり、試験時材令、コンクリートの配合等に差があったためと考えられる。

図-7にひび割れ発生状況を示す。これらの図からタイプIのひび割れ発生状況に近いものはタイプⅡ,Ⅲであり、シースを用いていないタイプⅡ,Ⅲよりシースを用いているタイプⅣ, Vの方が、ひび割れ本数が少なく、ひび割れの分散性が悪いことがわかる。このように、ひび割れ発生状況からはシースを用いないタイプⅡ,Ⅲの方がコンクリートと鉄筋の一体性にすぐれているように思われる。

また、主げたに差し筋の有る無しによる、すなわちタイプⅡとタイプⅢおよびタイプⅣとタイプVとの間には、ひび割れ性状の差はほとんど認められなかった。

4.1.2 ひび割れ幅

(1) 継目部

主げたと現場打ちコンクリートとの継目部のひび割れ幅の測定結果を図-9に示す。これらの

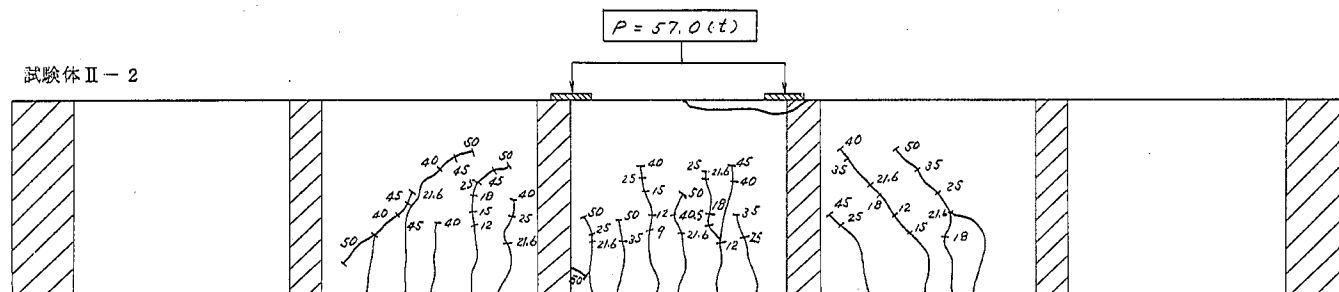
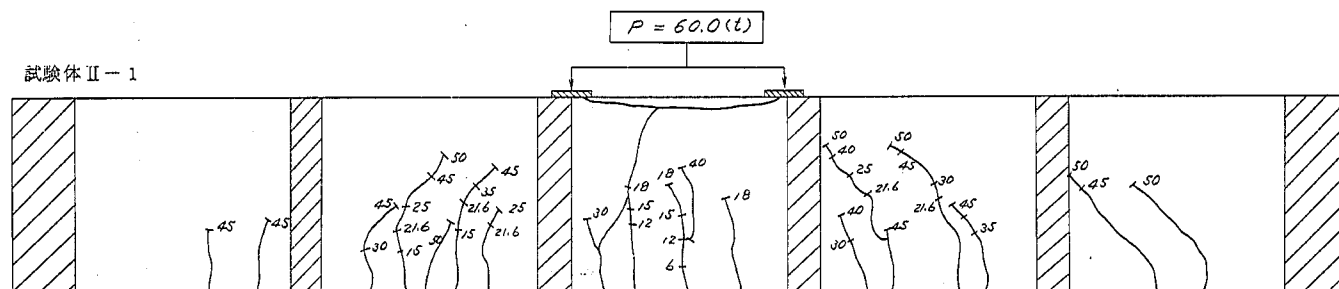
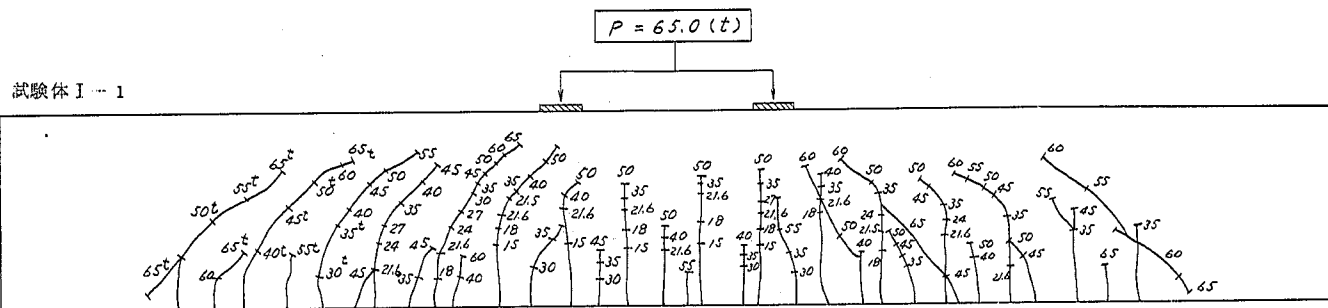


図-7.1 ひびわれ発生状況 (数字は荷重)

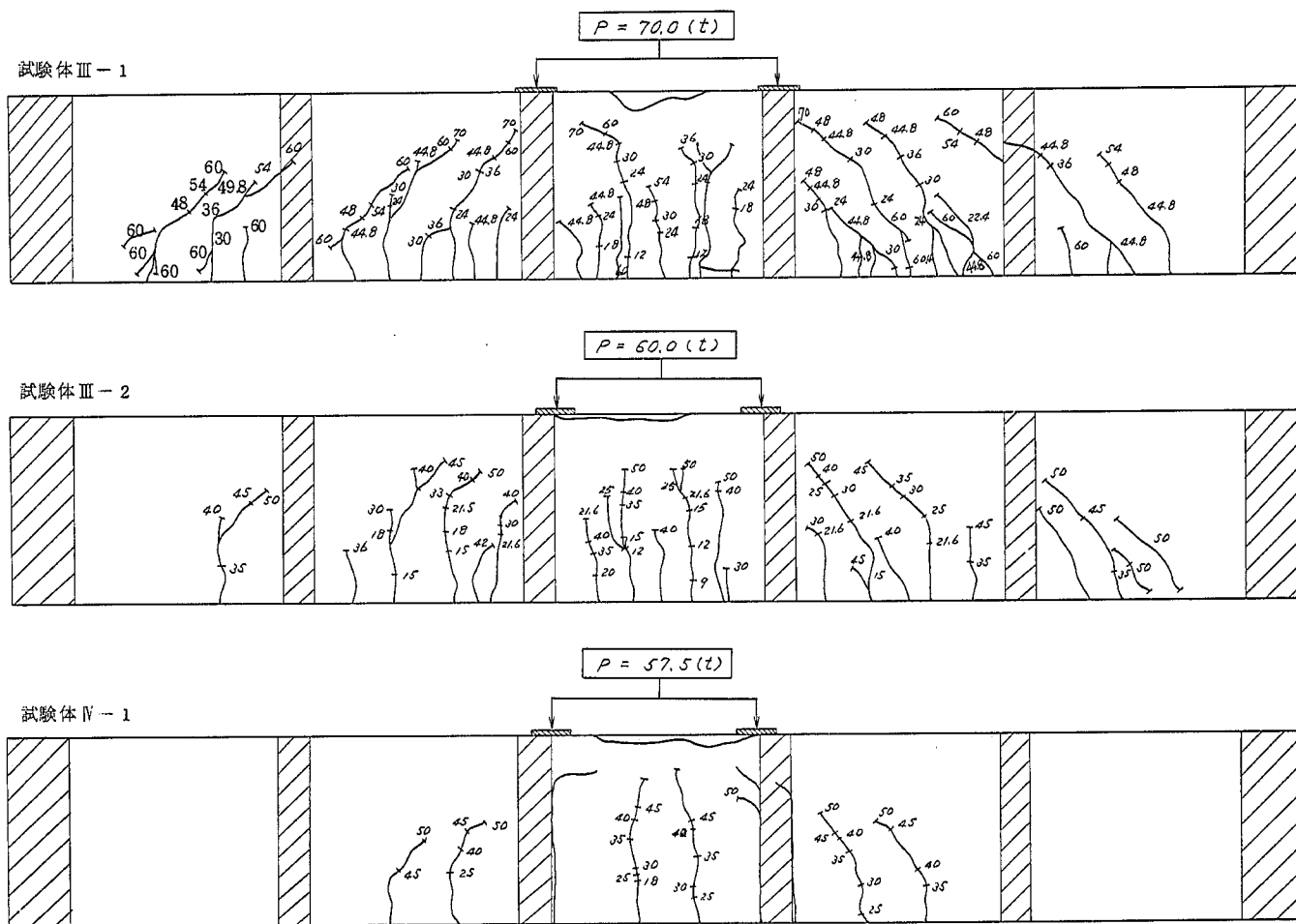


図-7.2 ひびわれ発生状況(数字は荷重)

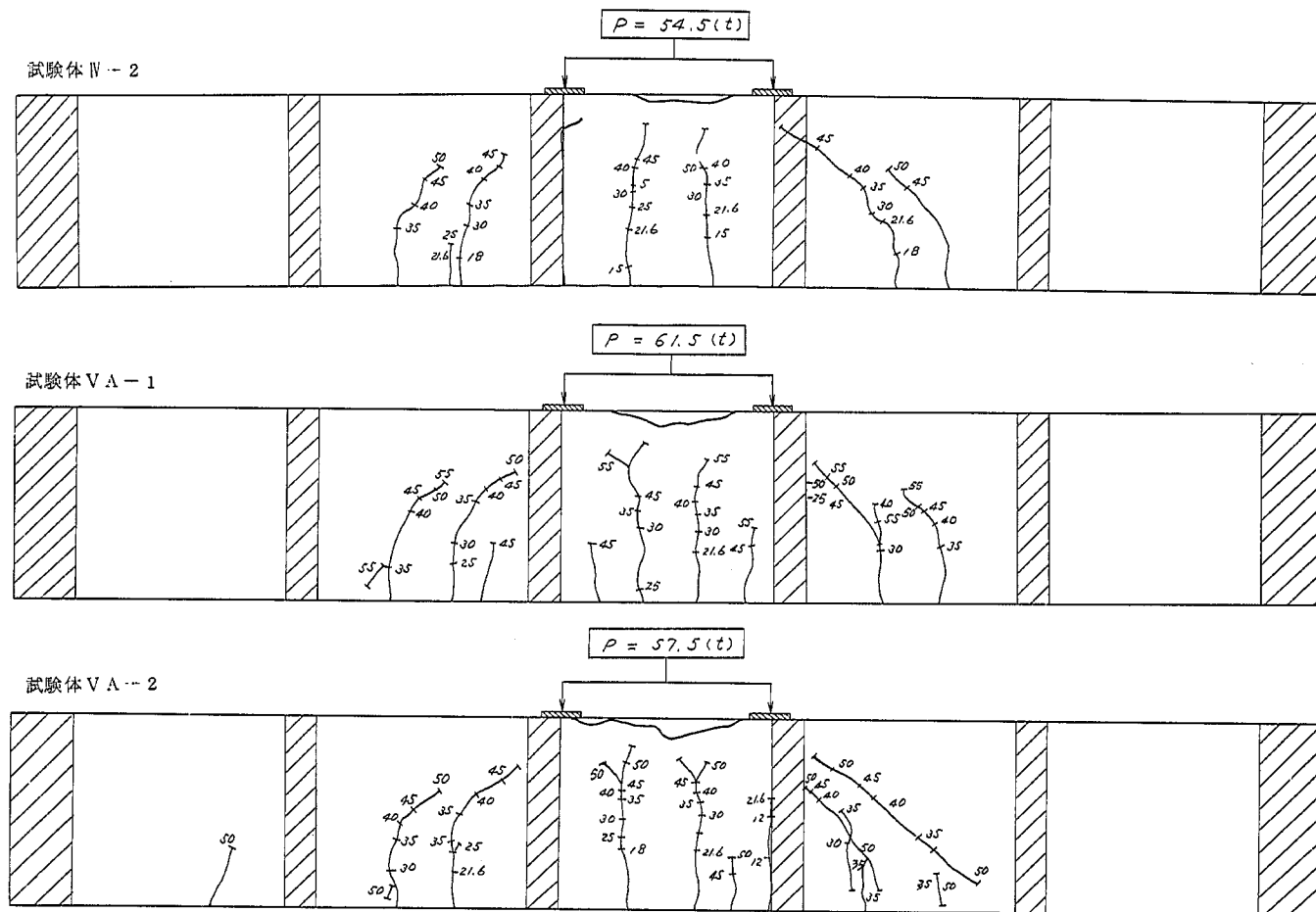


図-7.3 ひびわれ発生状況 (数字は荷重)

図において、設計荷重のところで切れている線は初期載荷における実測値であり、設計荷重より上に伸びている線は設計荷重による10回繰返し載荷後の実測値を示す。図-8.1には、各タイプ2体において測定した値の平均値、図-8.2には各タイプの試験体の測定値の最大値について示した。なおタイプVについては、タイプV-A、タイプV-Bを別々に図に記入した。

これらの図から、継目部のひび割れ性状は主げたに差し筋をすることによりかなり改善されることがわかる。

すなわち、図-8.2に示した最大ひび割れ幅について見ると、設計荷重時においてタイプⅡは0.16mmであるが、これに差し筋をしたタイプⅢでは0.10mmまで減っており、同じくタイプⅣでは0.20mmであるが、これに差し筋をしたタイプⅤでは0.09mmにまで減っている。

(2) 現場打ちコンクリート部ひび割れ幅

試験体中央部の横げたコンクリートに発生した最大ひび割れ幅の測定結果を図9に示す。

この図から、設計荷重時(N=10)においてタイプⅠをはさんでひび割れ幅の少ないものからタイプV-A(0.08mm)、タイプⅣ(0.12mm)、タイプⅠ(0.13mm)、タイプⅡ(0.17mm)、タイプⅢ(0.18mm)、タイプV-B(0.19mm)の順となっている。いずれの試験体においても腐食に対する限界である0.2mmを超えるひび割れは見られなかった。

ひび割れ発生状況から考えると分散性の悪いタイプⅣ、タイプV-A、タイプV-Bはひび割れ幅が大きく出ると予測

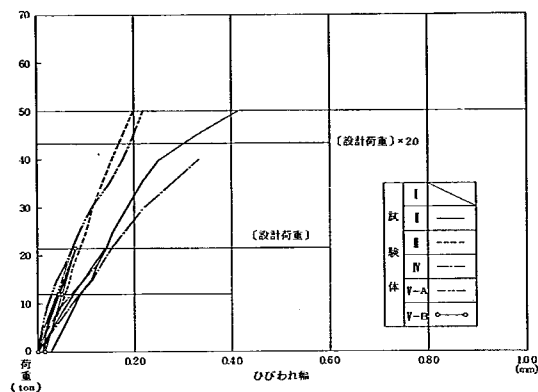


図-8.1 継目部ひび割れ幅(平均値)

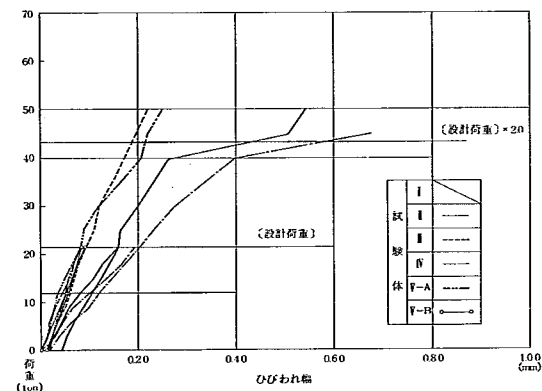


図-8.2 継目部ひび割れ幅(最大値)

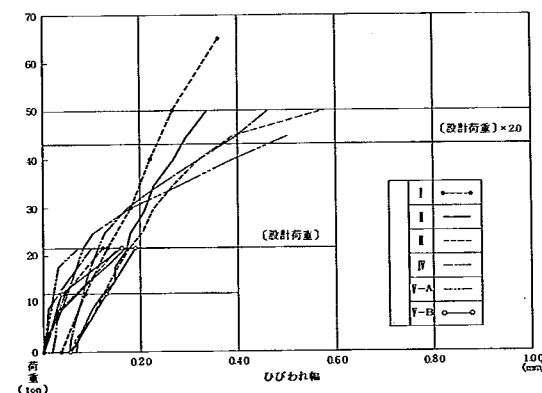


図-9 現場打ち部ひび割れ幅(最大値)

されたが、それとは逆にタイプⅣとタイプⅤ-AはタイプⅠに比べてひび割れ幅が小さく、タイプⅤ-Bにおいては大きく出た。これは、ひび割れ発生荷重の差によるものと思われる。

タイプⅤ-AとタイプⅤ-Bには大きな差があるが、実際の荷重が載るのはタイプⅤ-Aの試験時期に近いこと、コンクリートの配合も一般にタイプⅤ-Aに用いられたものに近いこと等を考えれば現場打ちコンクリートのひびわれ幅としては、タイプⅤ-Aの値をとってもよいと考えられる。

4.1.3 たわみ

図-10に各タイプ2体(タイプⅤについては、タイプⅤ-A 2体タイプⅤ-B 2体)の支間中央たわみの平均値を示す。この図に示した計算値は、コンクリートのヤング係数を現場打ちコンクリートの供試体によって得られた値 $2.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ として求めた値である。

この図から、一体打ちのタイプⅠに最も近いたわみ性状を示したものはタイプⅤ-Aで、つぎにタイプⅤ-Bであった。また差し筋の有無によるたわみ性状の差については差し筋のないタイプⅡより差し筋のあるタイプⅢの方が、また差し筋のないタイプⅣより差し筋のあるタイプⅤの方がたわみが少ない。

つぎにシースの有無について見ると、シースのないタイプⅡ、ⅢよりもシースのあるタイプⅣ、Ⅴの方がたわみが少ない。

4.1.4 コンクリートのひずみ

図-11に各タイプ2体の支間中央の圧縮縁のコンクリートひずみの平均値を示す。この図に示した計算値はたわみと同様、供試体より得られたヤング係数 $2.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ として求めた値である。

この図から、一体打ちのタイプⅠに最も近い値を示したものは差し筋のあるタイプⅢであり、タイプⅤ-Bを除いて考えると、シースのないタイプⅡ、ⅢよりシースのあるタイプⅣ、Ⅴの方がひずみが少ない。

計算値との比較を行なうとタイプⅠ、Ⅱ、Ⅲは約12tonまで全断面有効とした時の計算値に近く、それ以上の荷重においてはコンクリートの引張低抗無視とした場合の値

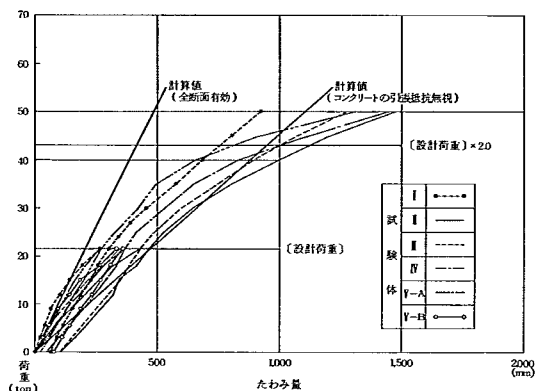


図-10 支間中央たわみ(平均値)

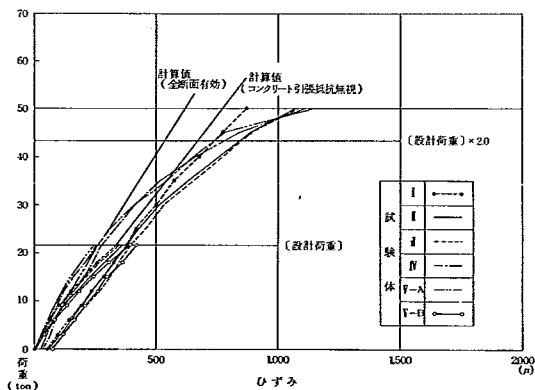


図-11 支間中央圧縮縁コンクリートのひずみ(平均値)

に近づく。またタイプⅣ，Ⅴ-Aは，21.6tonまでは全断面有効とした時の計算値と同じ傾向を示し，それ以上の荷重においては引張り低抗無視の場合の計算値に徐々に近づいた。

これらの差はひびわれ発生荷重の差による影響が最も大きいと考えられる。

4.1.5 破壊強度

表-6に各試験体の破壊強度を示す。破壊はいずれも鉄筋の降伏によって生じた。

表-6に示した計算値は次式に，コンクリートおよび鉄筋の強度試験から得られた値を代入して求めた。

$$M_v = A_s \cdot \sigma_{sy} \cdot \left(d - \frac{X}{2} \right), \quad X = \frac{A_s \cdot \sigma_{sy}}{b \cdot \sigma_{cu}}$$

ここで， A_s は鉄筋断面積， σ_{sy} は鉄筋の降伏点応力度， σ_{cu} はコンクリートの圧縮強度， d は有効高さ， b はけたの幅である。

表-6 破壊強度

試験体	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ-A
計算値 (ton)	60.4	62.3	62.3	62.3	62.3
実測値 (ton)	65.0	60.0 57.0	70.0 60.0	57.5 54.5	61.5 57.5

この表のようにタイプⅠは計算値より大きな値が出た。差し筋のないタイプⅡ，Ⅳより差し筋のあるタイプⅢ，Ⅴ-Aの方が少しではあるが，計算値に近い値を示している。

全体的にみて破壊強度の点については，いずれも設計荷重の2倍以上あることから特に問題はないと考えられる。

4.1.6 静的試験の結論

継目部のひび割れの点では差し筋のあるタイプⅢ，Ⅴは差し筋のないタイプⅡ，Ⅳより格段すぐれている。すなわち，タイプⅢ，Ⅴでは主げたと現場打ちコンクリートとの打ち継目の最大ひび割れ幅に関しては0.1mm以下で，一般に鉄筋の腐食に対する限界値とされている0.2mmに達するのは設計荷重の2倍に近い荷重を載荷した時である。現場打ちコンクリート部のひびわれ幅については，シースのあるタイプⅣ，ⅤはシースのないタイプⅡ，Ⅲよりひびわれ発生荷重が大きいために，設計荷重時でのひびわれ幅はタイプⅡ，Ⅲより小さい。

たわみについては差し筋のないタイプⅡ，Ⅳよりも差し筋のあるタイプⅢ，ⅤのほうがシースのないタイプⅡ，ⅢよりシースのあるⅣ，Ⅴのほうが一体打ちコンクリートげたタイプⅠに近い性状を示した。

破壊強度の点では差し筋のある方が，またシースのない方が幾分すぐれているようであるが，いずれのタイプも設計荷重の2倍以上の強度を有していることが確かめられた。

以上の結果から総合的に判断して，今回検討した4つの構造の中では，シースを用い，かつ主げたに差し筋をしたタイプⅤが最もすぐれておりひびわれの分散性以外では一体打ちのタイプⅠとほぼ同様の性状を示すことが明らかになった。

4.2 疲労試験

疲労試験はタイプⅠ 1本, タイプⅤ 2本について行なった。

繰返し載荷履歴は, 図-12に示す。

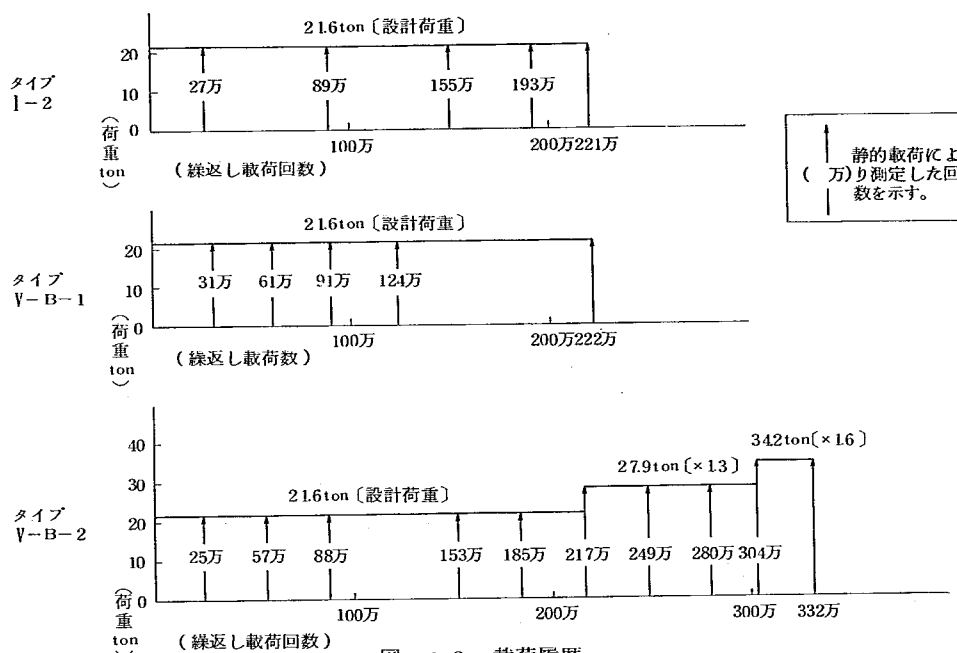


図-12 載荷履歴

4.2.1 ひび割れ発生状況

各荷重段階におけるひび割れ発生状況を図-13に示す。

これらの図から明らかにように, タイプⅠとタイプⅤとでは静的試験で明らかになったひび割れの分散性の差以外, 繰返し載荷によって問題となるようなひび割れ性状の差は認められなかった。

4.2.2 ひび割れ幅

図-14にタイプⅠの上限荷重時および除荷時のひび割れ幅を示す。図-15にタイプⅤ-Bの各試験体の上限荷重時および除荷時の継目部の平均ひび割れ幅を示す。(それぞれの継目部のひび割れ幅のばらつきが小さかったので平均値のみを示した。)図-16にタイプⅤ-Bのそれぞれの試験体の現場打ちコンクリートに発生したひび割れ幅を示す。

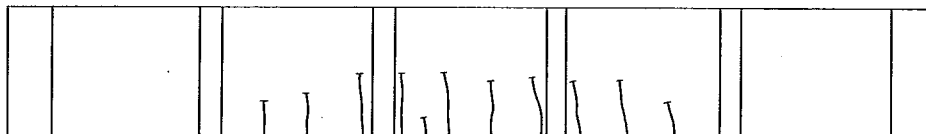
これらの図からタイプⅤ-Bの現場打ちコンクリート部のひび割れ幅は繰返し載荷により増大し, 設計荷重による約200万回繰返し載荷後はタイプⅠの最大ひび割れ幅が0.21mmであるのに比べ, タイプⅤ-Bの最大ひび割れ幅は0.39mmに達している。

しかし, 先に述べたようにⅤ-Bの試験体は試験時材令, コンクリートの配合等が実際の橋の場合とかなり異なるために, ひびわれ発生荷重が実際の場合に比べてかなり小さくなっている。そのために初期載荷時におけるひび割れ幅がかなり大きくなっており, 繰返し載荷の影響も大きくでいると考えられる。

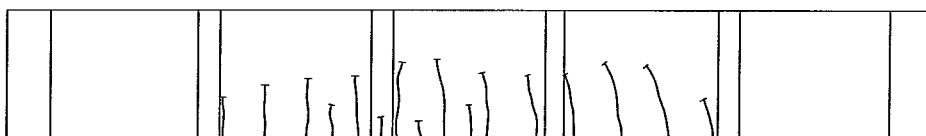
継目部のひび割れ幅はほとんど繰返し載荷による影響は受けず、タイプV-Bの継目部における約200万回繰返し載荷後の上限荷重時および残留ひび割れ幅の平均値は、0.06mm、0.01mmと静的載荷を行った時の値よりむしろ小さくなっている。これは現場打ちコンクリート部に生じたひび割れが増大したためと思われる。

試験体1-2

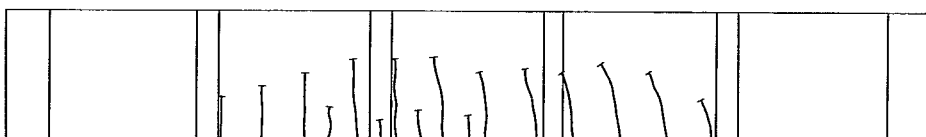
N=10 P=21.6(t)



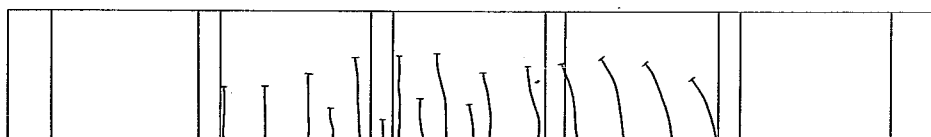
N=89万 P=21.6(t)



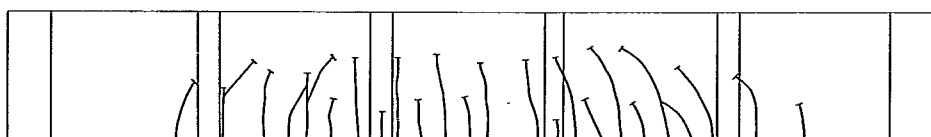
N=193万 P=21.6(t)



P=35(t)



P=45(t)



繰返し載荷後の静的載荷によるひびわれ発生

図-13.1 ひびわれ発生状況

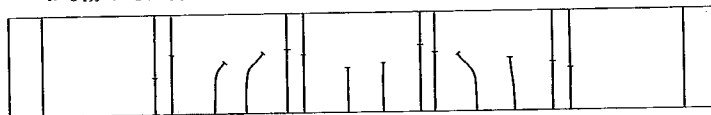
試験体 VB-1

N=10 P=216 (t)

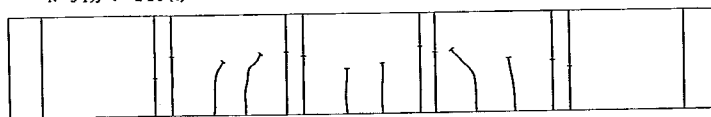
試験体 VB-1



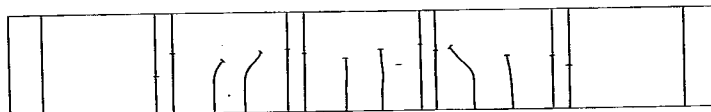
N=31万 P=216 (t)



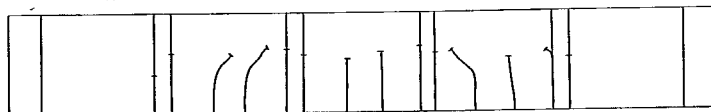
N=91万 P=216 (t)



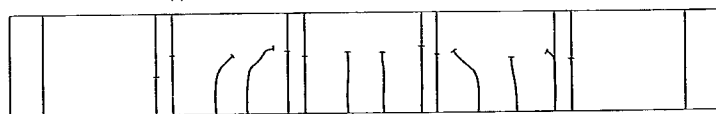
N=124万 P=216 (t)



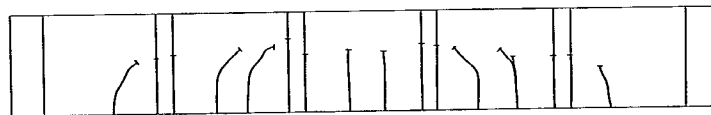
N=222万 P=216 (t)



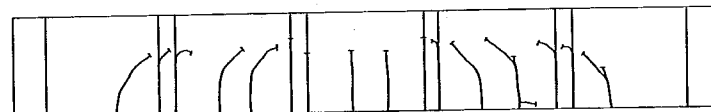
N= P=35 (t)



N= P=45 (t)



N= P=55 (t)

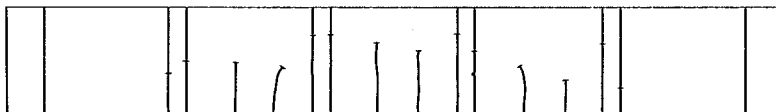


繰返し載荷後の静的載荷によるひびわれ発生

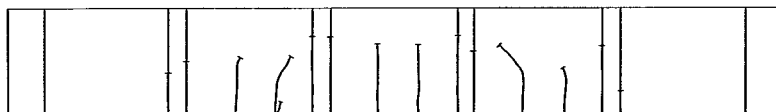
図-13.2 ひび割れ発生状況

試験体 VB-2

N=10 P=216 (t)



N=83万 P=216 (t)



N=153万 P=216 (t)



N=249万 P=216 (t)



N=332万 P=342 (t)

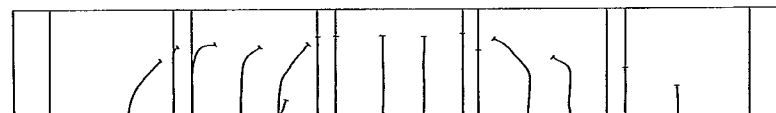


図-13.3 ひびわれ状況

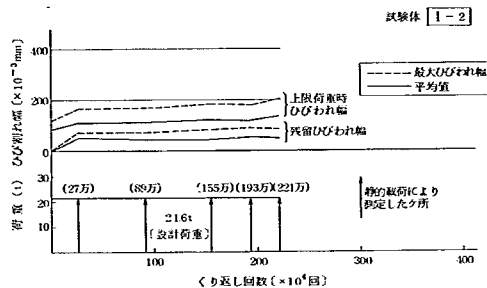


図-14 ひびわれ幅 (タイプ I)

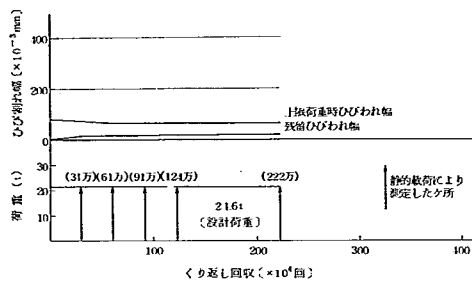


図-15.1 継目部ひび割れ幅 (VB-1)

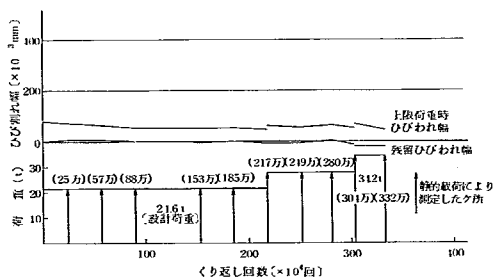


図-15.2 継目部ひび割れ幅 (VB-2)

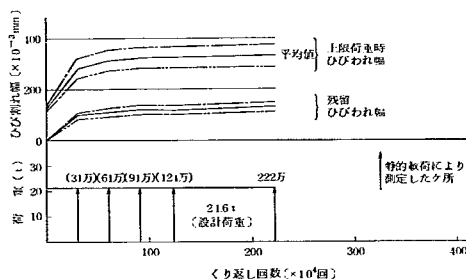


図-16.1 現場打ち部ひびわれ部 (VB-1)

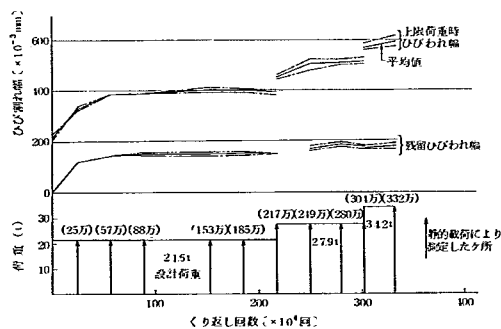


図-16.2 現場打ち部ひび割れ幅 (VB-2)

4.2.3 たわみ

図-17は荷重と支間中央のたわみの関係が、繰返し载荷回数によりどのように変化するかを示したものである。これらの図に示した計算値は現場打ちコンクリートの円柱供試体の試験で得られたヤング係数を用いて計算したものである。

これらの図からタイプⅠとタイプⅤ-Ⅲ-1は同様の傾向を示しているが、タイプⅤ-Ⅲ-2について見ると繰返し荷重の増大に伴い、たわみがタイプⅠタイプⅤ-Ⅲ-1に比べかなり大きく出ている。これは後述するようにダラウトが不良だったためと思われる。

4.2.4 コンクリートのひずみ

コンクリートのひずみは、長期にわたって連続的に測定することは困難なので、各繰返し载荷において载荷に対するひずみの変化を測定し、荷重とひずみの関係の変化を検討することとした。

図-18に各繰返し回数における荷重と支間中央上縁におけるコンクリートのひずみの関係を示します。

また図-19はタイプⅠとタイプⅤ-Ⅲの繰返し载荷回数約200万回における、試験体別によるひずみの比較を示す。

これらの図からタイプⅤ-ⅢはタイプⅠとほぼ同様のひずみ

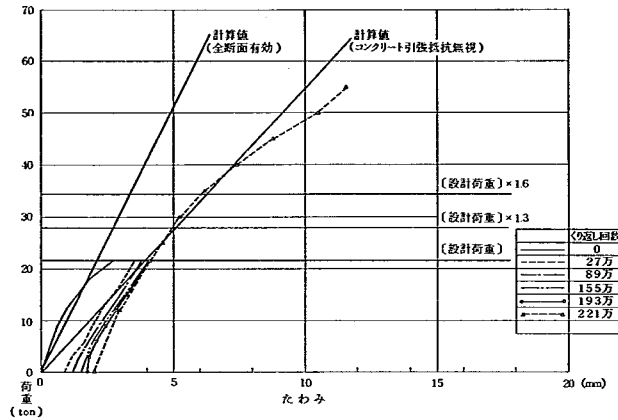


図-17.1 支間中央のたわみ(Ⅰ-2)

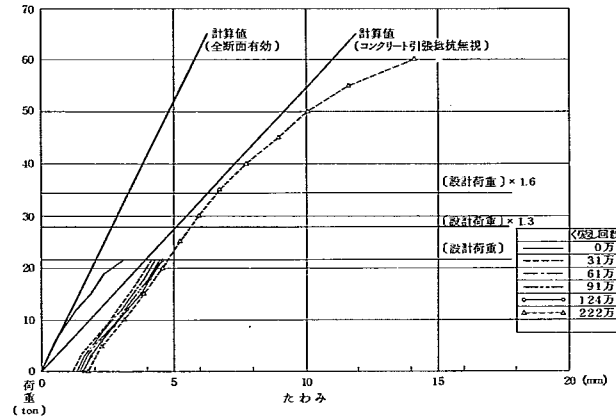


図-17.2 支間中央のたわみ(ⅤB-1)

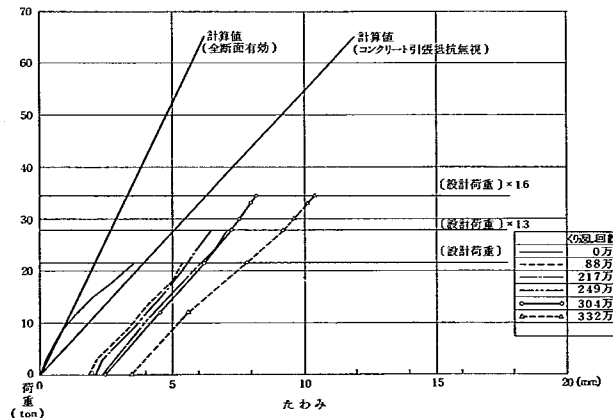


図-17.3 支間中央のたわみ(ⅤB-2)

を生じ、繰返し载荷による影響もほとんどないことが認められた。

4.2.5 鉄筋のひずみ

グラウトによって鉄筋とコンクリートとの一体性が十分保たれるかどうかを調べるために、図-6に示すように定着部の鉄筋のひずみの測定を行った結果、タイプV-B-2を除いてはひずみの増大は認められなかった。

タイプV-B-2においては、図-20に示すように鉄筋のひずみ変化が認められた。これはグラウトの状態が悪く、鉄筋とコンクリートとの付着が不完全であったためと思われる。

4.2.6 破壊状況

タイプI-2は、繰返し载荷を221万回でやめ、静的に荷重を増大した結果71.2tonで破壊した。

タイプV-B-1は繰返し载荷を222万回でやめ、同様に静的载荷を行った結果69.8tonで破壊した。

タイプV-B-2は図-12に示したように、順次繰返し荷重を増大し疲労破壊させた。

タイプI、タイプV-B-1の破壊はいずれも鉄筋の降伏によって生じ、タイプIとタイプV-B-1との破壊状態はほぼ同様であった。また、その破壊荷重も前述と同様の式で求めた計算値(60.4ton)より大きく

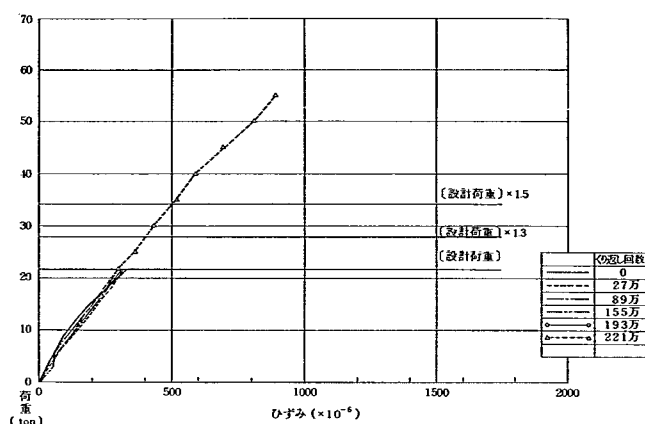


図-18.1 コンクリートのひずみ (I-2)

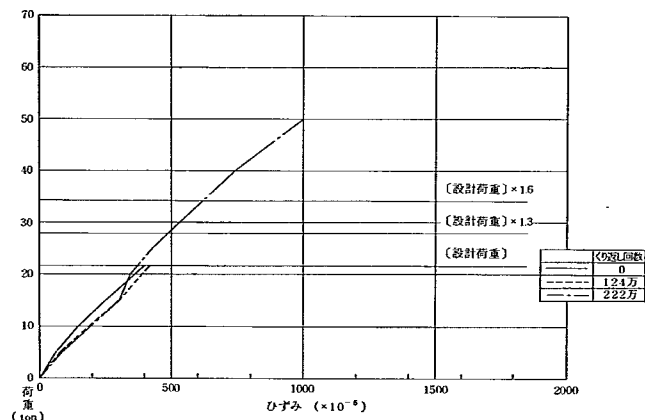


図-18.2 コンクリートのひずみ (VB-1)

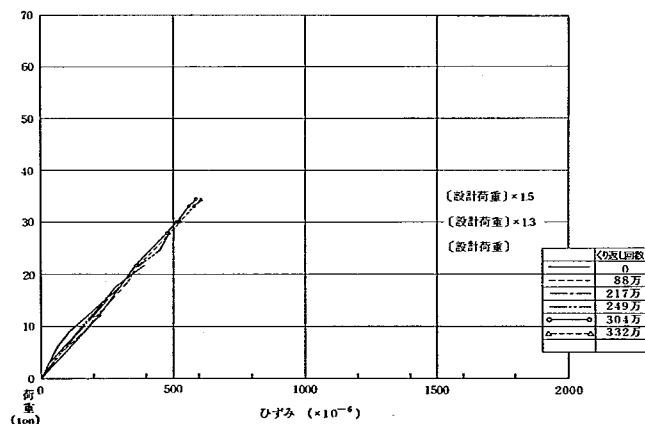


図-18.3 コンクリートのひずみ (VB-2)

っており、繰返し载荷の影響は認められなかった。

4.2.7 疲労試験の結論

静的試験結果から、一体打ちのタイプⅠに最も近い性状を示すことが明らかになったタイプⅤにつき疲労試験を行った結果、以下のようなことが明らかになった。

ひびわれ幅の点では、タイプⅠに比べてタイプⅤはかなり劣るという結果が出た。すなわち、タイプⅤの現場打ちコンクリート部に発生したひびわれは繰返し载荷によりかなり拡がり、設計荷重で200万回繰返し载荷後はその最大ひびわれ幅は0.4mm近くにも達した。

しかし、これは先に述べたように、疲労試験体の試験時材令、コンクリートの配合等が通常の場合と異なり、ひびわれが早期に発生したことが大きく影響していると考えられる。また、本実験の载荷方法は実際の横げたの状態に比べ非常に厳しいことおよび本実験で横げたような部材は設計荷重相当の荷重が載ることは非常にまれであること等を考えれば必ずしも危険側の結果とは思われない。

たわみ、コンクリートのひずみの点ではタイプⅠとタイプⅤとはほぼ同様の性状を示し、破壊強度の点についてもタイプⅠとタイプⅤとの相違はほとんど認められなかった。すなわち、主げたに差し筋をシーースを用いてダクトを設け鉄筋挿入後グラウトしたタイプⅤの横げたは、繰返し荷重に対しても主げたと現場打ちコンクリートとの一体性には問題がないと考えられる。

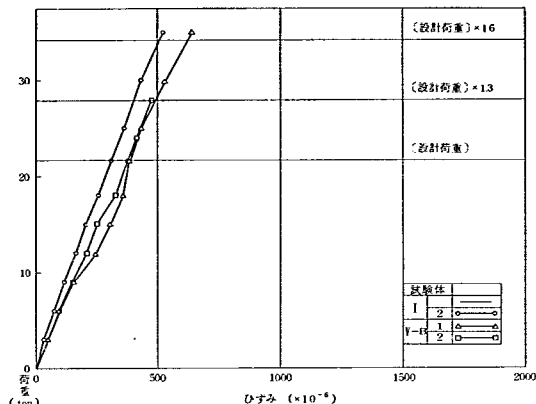


図-19 繰返し载荷後のコンクリートのひずみ

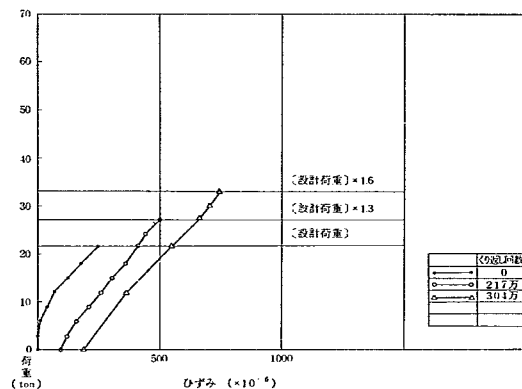


図-20 鉄筋のひずみ (V-B-2)

5. 結 論

PC合成げたをRC構造とするための種々の補強方法について、比較実験を行った結果静的試験により、主げたに差し筋をシーースを用いてグラウトする補強方法で製作された試験体、タイプⅤが最も一体打ちコンクリートげた、タイプⅠに近い曲げ性状を示した。そこでさらにこれらの試験体について繰返し载荷試験を行いその疲労性状を検討した結果、ひび割れの点(ひび割れの分

散性が悪く、ひび割れ幅が腐食に対する限界である 0.2mm を上回る。)を除いては、剛性および強度等の点で一体打ちコンクリートげたとほぼ同様の性状を示した。

ひびわれ幅の点については、今回の試験体と実際の橋の横げたとの載荷時材令、コンクリートの配合、載荷状態、繰返し回数等の差および鉄筋はシースにより保護されていること等を考えれば、それほど大きな問題とはならないと考えられる。

以上のことから、PC合成けた橋の横げたとして、主げたに差し筋をしシースを用いてダクトを設け鉄筋を挿入し、現場打ちコンクリート硬化後に入力で鉄筋を締めつける鉄筋コンクリート構造の採用が可能と考えられる。

あ と が き

今回の実験でプレキャスト合成けた橋に鉄筋コンクリート構造の横げたを採用することの可能性が確認された。

本実験が、プレストレストコンクリートと鉄筋コンクリートとの折衷構造といったものを採用して行く上で、ひとつの資料となれば幸いである。

なお、本研究において千葉工大土木工学科の高山行雄君の協力を得たことをつけ加えておく。

PC合成けた橋に関する実験的研究(Ⅱ)

土研資料第909号
昭49年2月(1974)

国広哲男, 朝倉肇, 伊藤満

キーワード

PC合成けた橋, 横げた, プレハブ化

要旨 PC橋工事における省力化, 急速施工等を目的としたPC部材のプレハブ化を一層促進するためにPC合成けたの横げたを鉄筋コンクリート構造とすることを検討するための実験的研究について述べたものである。



郵便はがき

は
十
四
切
手
を
い
は
つ
て
下
さ

2 8 0 - □ □

建設省土木研究所
橋梁研究室
御中

千葉県千葉市穴川
四丁目十二番五二号

No. 29

No. 20

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第909号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印