

(57) 主桁と横桁の接触面のせん断耐力実験

阪神高速道路公団 保全施設部	林 秀侃
阪神高速道路公団 保全施設部	林田 充弘
昭和コンクリート工業（株） P C設計部	正会員 ○内田 耕太郎
オリエンタル建設（株） 大阪支店 工務部	正会員 斉藤 秀夫

1. はじめに

道路橋の伸縮装置の破損は、安全で円滑な車両交通の妨げになるばかりでなく、破損個所の補修工事は交通渋滞を招くものとして、橋梁の維持管理上の大きな問題点となっている。こうした状況の中で、単支間の既設橋梁における維持管理コストの縮減、車両走行の円滑化、騒音・振動の低減等、伸縮装置に起因する種々の問題の改善及び環境の改善を主目的とするノージョイント化に対する工法の開発が急務となっている。

伸縮量が比較的小さいP C桁については、埋設ジョイントを用いて施工を進めているが、伸縮量の比較的大きい橋長2.5m以上のP C桁に対するノージョイント化の工法選定は、都市内での工事頻度が多くなることより交通規制、工事騒音、工期等を勘案し横桁連結工法を採用し実用にむけて検討を行っている。

2. 実験概要

横桁連結工法は、既設P C純桁橋の目地遊間部にモルタルを充填し、端支点横桁に新たに配置された連結P C鋼材にプレストレスを導入することにより連結化される。

連結化された支点横桁には、温度変化時（温度降下）に図-1のように主桁は短縮しようとするが、連結P C鋼材に拘束された横桁と主桁の接触面にせん断力が発生する。また、地震時水平力、活荷重による主桁のたわみ角差によっても主桁と横桁の接触面にせん断力が同様に発生することとなる。

新設の連結桁であれば、主桁同士が鉄筋あるいはP C鋼材により直接的に連続化され、連結部横桁においてもかなり高い剛性が確保され連続桁としての挙動が保証されているが、今回提案される横桁連結工法においては、既設P C桁橋の目地遊間部にモルタルを充填し、端支点横桁に新たに配置された連結P C鋼材にプレストレスを導入することにより間接的に連結効果を期待している。

また、通常連結部横桁に比べ剛性は明らかに低く、主桁から横桁内への差し筋も配置されてなく、主桁と横桁の連続性は、横桁と床版に配置された横縮P C鋼材のプレストレス力に期待する構造となっている。

したがって、本工法における主桁と横桁の接触面のせん断耐力は、非常に重要となり構造解析時における接触面の評価を行う点においても、主桁と横桁の接触面のせん断耐力、挙動を実橋に近い形で把握する必要があると考えたことから、本基礎実験にて確認を行った。

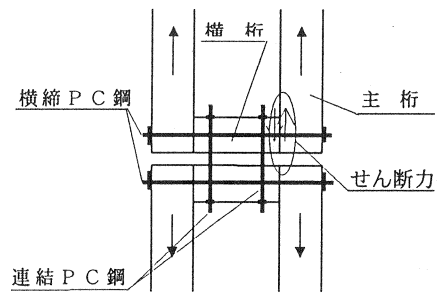


図-1 主桁と横桁の接触面のせん断力

3. 実験方法

3.1 供試体

- ・横桁と主桁の接触面は実橋の概ね 1/2 にスケールダウンした接触面（200mm x400mm）を確保した供試体とし図-2 に供試体の形状を示す。
- ・供試体の作成においては、実橋の主桁と横桁の接触面の打設条件を一致させるため、先に設計基準強度 4

00kg/cm²(主桁)を打設し、後に設計基準強度300kg/cm²(横桁)を先に打設したコンクリート面に直接打設した。

- ・横桁、床版のプレストレスは、P C鋼棒 φ17mmにより再現した。
- ・主桁と横桁の接触面のプレストレス量の影響を調べるため、表-1の5ケースの供試体とした。

表-1 供試体とプレストレス量

ケース	プレストレス:P	供試体数
供試体 01	4.0 tf	1
供試体 02	8.0 tf	1
供試体 03	12.0 tf	1
供試体 04	16.0 tf	1
供試体 05	20.0 tf	1

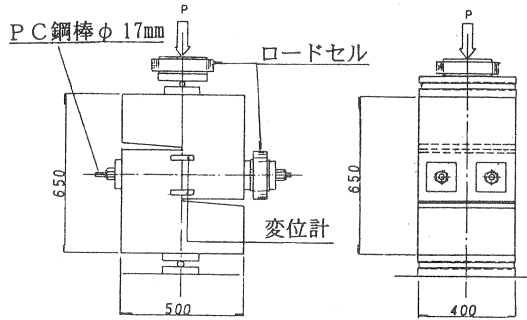


図-2 供試体形状および荷重方法

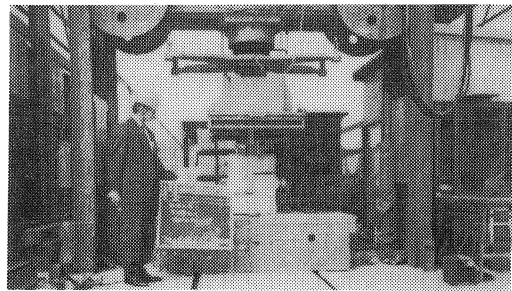


写真-1 計測状況

3. 2 荷重方法および計測方法

- ・荷重方法及び計測方法を図-2に示す。
- ・荷重実験は一軸圧縮荷重の方法とした。
- ・荷重荷重は、ロードセルで計測する。
- ・接触面の相対変位を計測するため 供試体の側面の上部および下部にカンチレバー型変位計を設置し相対変位を計測した。計測状況を写真-1に示す。

4 実験結果および考察

4. 1 接触面の挙動

図-3に測定結果として供試体05の場合を示す。相対変位0.058mmで荷重の最大値 $P_{max}=30.0321f$ を示し、その後荷重の低下が若干認められ相対変位0.081mmを境に相対変位が大きく(ズレ)発生し、荷重は急激に低下する。またズレの発生と共にP C鋼材の張力の増加が認められたこの挙動は各供試体とも同じ傾向を示した。図-4に荷重荷重と相対変位、表-2に各供試体の荷重荷重最大時の相対変位量とズレ発生時の荷重荷重を示す。導入プレストレスが大きいほど荷重荷重の最大値は大きくなる(耐力が大きくなる)が接触面のズレ発生時の相対変位は、今回の実験では、供試体03導入プレストレス12.01が最も大きくなった。

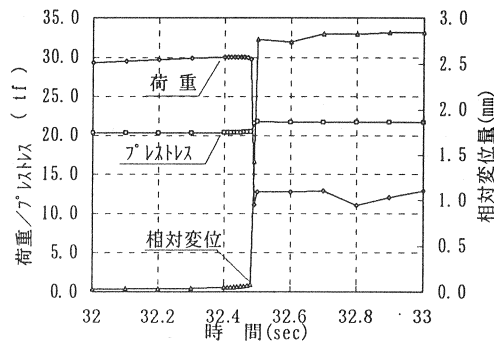
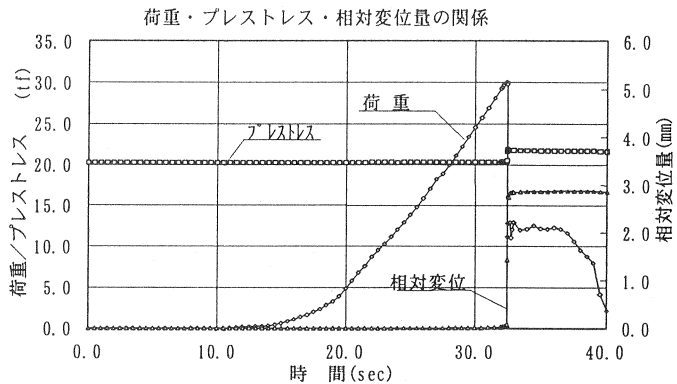


図-3 荷重・プレストレスと相対変位

4. 2 接触面のせん断耐力

せん断耐力を載荷荷重の最大値とその時点のPC鋼材のプレストレスとして評価すると表-4の結果となり、図-5にプレストレスとせん断耐力の関係を一次関数で近似した結果を示す。

直線の傾きは、プレストレスによって生じる主桁と横桁の接触面耐力の増加割合 摩擦係数を示し、近似直線の切片は接触面自体の初期耐力 (付着耐力) を示すものと思われる。またコンクリート標準示方書 (H8) の6.3.7の設計せん断伝達耐力式(6.317)より設計基準強度 400 kgf/cm^2 で算出し併せて図中に示した。

$$V_{cwd} = \left\{ (\tau_c + p \cdot \tau_s \cdot \sin^2 \theta - \alpha \cdot p \cdot f_{yd} \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta) A_c + V_k \right\} / \gamma_b \dots \dots (6.3.17)$$

設計せん断伝達耐力の算出式は、接触面の面圧 (プレストレス) が0となる場合、せん断伝達耐力は0となる式であるが、実験結果との比較のために、実験と同等のプレストレス範囲において、一次関数で近似した場合、実験値の直線の傾き摩擦係数とほぼ同じ結果となった。

また、ACI318及びAASHTOの目荒し無しの場合の摩擦係数: $\mu=0.6$ とほぼ一致した。

表-4 実験結果

供試体 No	プレストレス (tf)	最大荷重 (tf)
供試体 01	4.38	19.883
供試体 02	8.20	17.033
供試体 03	12.32	24.999
供試体 04	16.31	26.666
供試体 05	21.810	30.032

4. 3 接触面の破壊状態

接触面のせん断破壊は、接触面にて完全にズレと予測していたが、先に打設した $\sigma_{ck}=400 \text{ kgf/cm}^2$ の供試体の表面 (2~3mm) のモルタル部分が、部分的に、後に打設した $\sigma_{ck}=300 \text{ kgf/cm}^2$ の供試体側に付着してズレて破壊している。また 全供試体ともほぼ同じ傾向であった。このズレ破壊の状態より、接触面のせん断耐力には摩擦係数以外に、コンクリートの付着による耐力も有効であると考えられる。

接触面の付着面積を計測し付着率を表-5に示す。

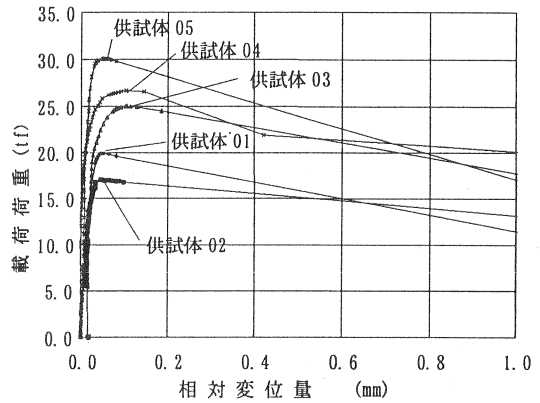


図-4 載荷荷重と相対変位

表-2 最大荷重と相対変位量

供試体 No	初期導入 プレストレス (tf)	最大荷重		ズレ発生時		増加張力 (tf)
		荷重 (tf)	相対変位 (mm)	荷重 (tf)	相対変位 (mm)	
01	4.0	19.883	0.046	19.583	0.081	3.667
02	8.0	17.033	0.045	16.766	0.098	1.713
03	12.0	24.999	0.114	24.999	0.185	1.744
04	16.0	26.666	0.103	26.566	0.144	0.334
05	20.0	30.032	0.058	39.766	0.081	1.120

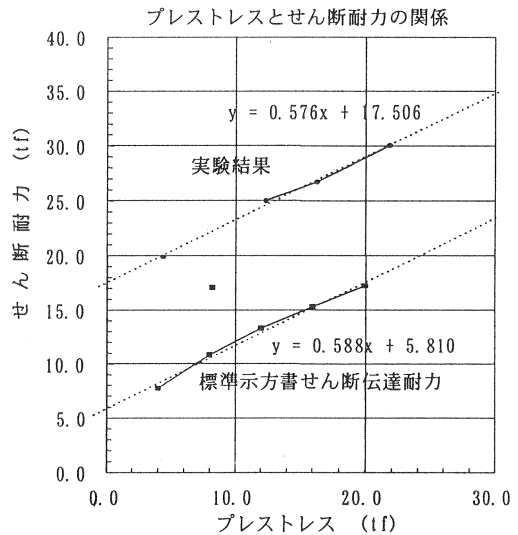


図-5 プレストレスとせん断耐力の関係

触面の付着面積は接触面積 768.2 cm^2 に対し 176.6 cm^2 ~ 78.1 cm^2 の範囲で付着しており、付着率の最大は 23.0% 最小で 10.2% となり平均で 18.2% の付着率となった

表-5 接触面の付着面積及び付着率

供試体	プレストレス: P (tf)	接触面積 (cm^2)	付着面積 (cm^2)	付着率 (%)
供試体 01	4.0	768.2	166.8	21.7
供試体 02	8.0	768.2	107.4	14.0
供試体 03	12.0	768.2	176.6	23.0
供試体 04	16.0	768.2	168.0	21.9
供試体 05	20.0	768.2	78.1	10.2

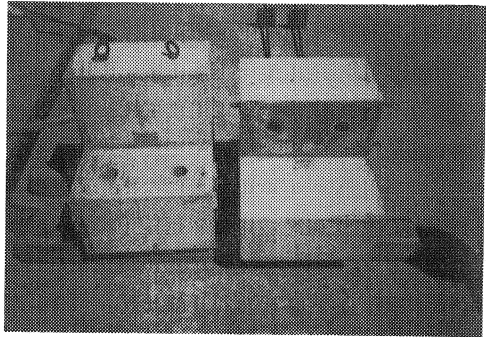


写真-3 ズレ破壊状態 (供試体 04)

この接触面の付着がズレ発生時の相対変位量に寄与しているかどうかを図-6の付着率と相対変位の関係よりみると、プレストレス力 $P=4.0\text{ t}$ の供試体 01 以外の供試体 02 ~ 供試体 05 の範囲では付着率とズレ発生時の相対変位量がよく一致した結果となった。また先の図-4の載荷荷重と相対変位の関係もこの付着率の寄与によるものと思われる。

この接触面の付着はズレの発生を抑制する効果があると考えられるが、今回の実験の範囲で付着率の推定をすることは不可能であった。

付着率と相対変位

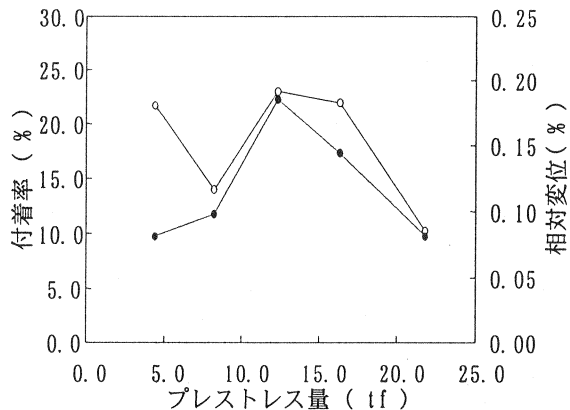


図-6 付着率と相対変位

5. まとめ

本実験は、横桁連結工法における主桁と横桁の接触面 (PC鋼材のみが配置され、主桁からの差し筋が配置されていない) のせん断耐力とズレ挙動を明らかにするために行った。

得られた結果をまとめると以下のとおりである。

- ① 主桁と横桁の接触面のせん断耐力は $S=0.576P+227.8Ac$ で表すことかできる。
ここに S : 接触面のせん断耐力 (tf) P : プレストレス力 (tf) Ac : 接触面の面積 (m^2)
 0.576 : 接触面の摩擦係数
- ② 接触面の摩擦係数 0.576 はコンクリート標準示方書 (H8) の設計せん断伝達耐力式より (0.588)・ACI318 及び AASHTO の目荒し無しの場合の摩擦係数: $\mu=0.6$ とほぼ一致した。
- ③ 接触面のズレ発生時の挙動は、導入プレストレス量、接触面の付着率と相関関係にあると考えられるが今回の実験の範囲では、相関関係を明にできなかった。

参考文献

コンクリート標準示方書 設計編 (社) 土木学会 平成8年制定