

(76) プレキャスト舗装版目地部の純せん断試験

オリエンタル建設(株) 本社技術部 正会員 ○甲斐一夫
 宇都宮大学工学部 建設学科 正会員 佐藤良一
 新東京国際空港公団 空港計画室 阿部洋一
 岩舟町役場 建設課 熊倉正志

1. はじめに

近年、我国の道路交通事情は車両が大型化しかつ交通量の増加が著しい状況にある。それとともに従来多用されているアスファルト舗装の場合、特に交差点等において舗装表面の摩耗や輪だち掘れ等による損傷が目だってきている。このような交差点部等において、耐久性に優れ、表面の摩耗や輪だち掘れに対する抵抗性が大きく、維持管理費を小さくできるPCプレキャスト版舗装が採用される例が多くなりつつある。

一方、プレキャスト版舗装の場合多くの目地が存在し、構造的にはスリップバー目地が採用されている。設計面では、荷重直下のスリップバーは能力いっぱいの荷重を伝達するという仮定のもとに必要な径、長さ、配置間隔等を決定する方法が採られている。しかし目地部においては、長期にわたる繰返し载荷や自然環境の作用等によって荷重伝達能力あるいは路盤支持力が経時的に低下する可能性があり、現実に目地部でのひびわれ発生や段差等の損傷事例もある。

従って、長期にわたって健全な荷重伝達能力を有する目地構造を開発することが必要と考えられる。本報告は、プレキャスト版舗装目地部の機能性および強度の改善を図ることを目的として目地部にプレストレスを導入した構造と従来のスリップバー目地構造を対象に、室内における純せん断試験およびゴム支承载荷試験を行った結果を報告するものである。

2. 試験概要

2.1 試験体の種類

本来、試験は版構造で実施すべきであると考えられるが、試験体の製作および载荷装置の規模等を考慮して、スリップバー配置間隔幅を有する梁部材を対象に検討することとした。

試験体の形状寸法は、長さ5.01m、幅0.5m、高さ0.17m、目地幅0.01mを標準とし、表-1に試験体の種類および試験方法を示す。また、図-1～図-2に各目地構造を示す。なお、図-2に示すプレストレス導入目地には、プレキャストPC版本体と同等の

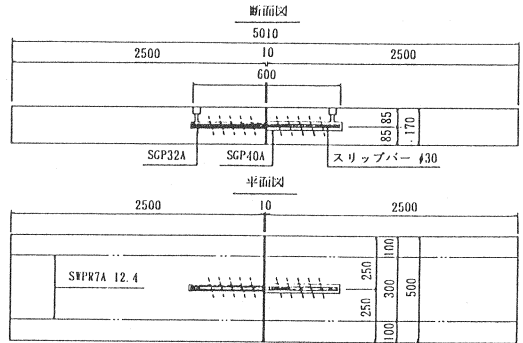


図-1 スリップバー目地試験体

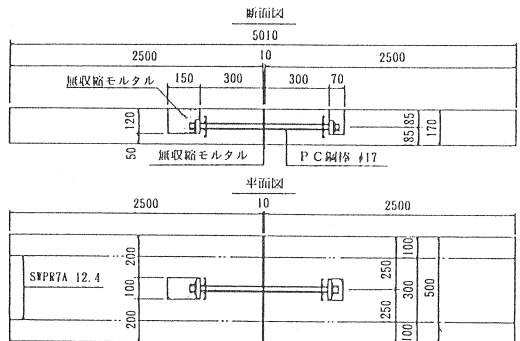


図-2 プレストレス導入目地試験体

表-1 試験体の種類

試験体名称	目地構造種類	端部条件	試験の種類
TYPE-1	スリップバー目地	固定	純せん断载荷
TYPE-2	スリップバー目地	自由	純せん断载荷
TYPE-3	プレストレス目地	固定	純せん断载荷
TYPE-4	プレストレス目地	自由	純せん断载荷
TYPE-5	スリップバー目地	自由	ゴム支承载荷
TYPE-6	プレストレス目地	自由	ゴム支承载荷

表-2 コンクリートの配合

W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)					
		水	セメント	細骨材	粗骨材	減水剤	A/E剤
60	47	165	275	871	993	5.5	1.1

プレストレス ($\sigma_{pe}=18.0 \text{ kgf/cm}^2$) を導入している。
また、緊張管理はひずみ測定に依った。

2.2 使用材料

表-2 にコンクリートの配合を示す。また、表-3 にスリップバー (JIS G3101 SS400- $\phi 30$) および P C 鋼棒 (JIS G3109 $\phi 17$) の機械的性質を、表-4 にコンクリートおよび目地モルタルの硬化後の強度試験結果を示す。

2.3 試験方法

本試験の載荷装置を図-3~図-4 に示す。図-3 は純せん断試験用載荷装置であり、目地部に曲げが発生しない載荷構造としている。この場合、加力ビームと試験体自重の影響をキャンセルするために、試験体端部をスプリングバランサーにより一定荷重で吊り上げる方法をとっている。一方、図-4 は実際の路盤による支持状態を想定して、ゴム支承を用いた載荷装置である。ここで、「空港コンクリート舗装構造設計要領」に路盤の設計支持力係数 K_{r0} は 7 kgf/cm^3 (K_{s0} 換算 15.4 kgf/cm^3) 以上とすることを原則としていることを勘案してゴムのバネ定数は 17.0 kgf/cm^3 のものを使用した。純せん断試験の場合、スリップバーの着付切れによる抜け出しの影響を考慮するため、図-3 に示すように試験体片端を油圧ジャッキにて拘束した場合とそうでない場合の両者について同一の試験を実施した。

一方、載荷重は設計荷重相当レベル ($S=4.0 \text{ tf}$) で数回の繰り返し載荷を実施した後、破壊に至るまで漸増繰り返し載荷 (せん断力増分: $\Delta S=1.0 \text{ tf}$) を実施した。

3. 試験結果

表-5 に試験結果の一覧を示す。純せん断試験の結果、いずれのタイプも設計荷重程度の荷重の繰り返しでは大きな差異は生じなかった。しかし、漸増載荷後の破壊荷重および破壊形態には目地構造の違いによる顕著な差異が生じた。従来タイプのスリップバー目地はバーの支圧によるコンクリートの押し抜きせん断破壊を示したのに対し、プレストレス導入目地は梁部材のせん断試験にみられるような斜めせん断破壊を示した (図-7 参照)。

また、スリップバーの抜け出し現象はなく試験体端部拘束、非拘束の差は見られなかった。

一方、ゴム支承載荷試験の場合、スリップバー目地

表-3 鋼材の機械的性質

鋼材種類	径 (mm)	断面積 (cm ²)	降伏点 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)
スリップバー	30	7.07	3210	4550
P C 鋼棒	17	2.27	10440	11400

表-4 硬化後のコンクリート強度 (kgf/cm²)

		本体プレ		目地プレ	
		導入時	導入時	試験時	試験時
		圧縮強度	圧縮強度	圧縮強度	引張強度
コンクリート	スリップバー目地	230	—	381	25
	プレストレス目地	315	400	409	28
	目地部無収縮モルタル	—	477	480	—

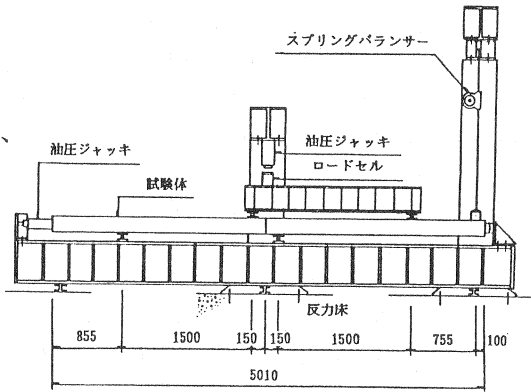


図-3 純せん断試験用載荷装置

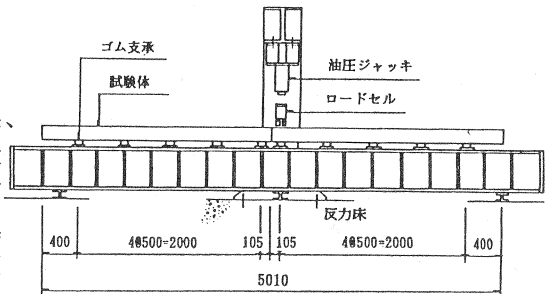


図-4 ゴム支承載荷試験用載荷装置

表-5 試験結果一覧表

試験体名称	目地構造種類	端部条件	試験種類	破壊荷重		目地部ずれ量		破壊形態
				Pmax (tf)	最大せん断力 Smax (tf)	S=4.0tf時	破壊前	
TYPE-1	スリップバー目地	固定	純せん断	7.1	6.5	0.39	2.11	押し抜きせん断破壊
TYPE-2	スリップバー目地	自由	純せん断	7.8	7.2	0.42	2.19	押し抜きせん断破壊
TYPE-3	プレストレス目地	固定	純せん断	26.3	24.1	0.00	0.00	斜めせん断破壊
TYPE-4	プレストレス目地	自由	純せん断	25.0	22.9	0.00	0.00	斜めせん断破壊
TYPE-5	スリップバー目地	自由	ゴム支承	23.0	6.7	—	2.86	押し抜きせん断破壊
TYPE-6	プレストレス目地	自由	ゴム支承	35.0	10.2	—	0.95	破壊せず

は純せん断試験と同様の押し抜きせん断破壊を生じたが、プレストレス導入目地はゴムの変形能力が上限に達したため破壊に至らなかった。なお、このゴム支承載荷試験の場合の目地部に作用するせん断力は、ゴムのキャリブレーション結果(荷重-変位曲線)より算出した値である。以下に、純せん断試験およびゴム支承載荷試験の各結果を示す。

3.1 純せん断試験の結果概要

(1) 目地部のずれ変形

図-5~図-6にスリップバー目地およびプレストレス導入目地の鉛直方向変位を示す。これらの図を見ると、スリップバー目地の場合設計荷重レベルで約0.4mmとわずかではあるがずれが発生しており、破壊荷重直前になると約2.0mmとかなり大きなずれ量となった。

一方、プレストレス導入目地の場合、設計荷重レベルから破壊荷重直前に至るまで全くずれは生じていない。ここに示すように、プレストレス導入目地にすることは使用性の面でかなり有力であることがわかる。

(2) スリップバーおよびP C鋼棒の応力状態

スリップバーの破壊直前のひずみ分布をみると、載荷側で下縁引張、非載荷側で上縁引張の応力状態(最大ひずみ $\pm 1000\mu$ 、上下縁の平均ひずみ ≈ 0)にあり、スリップバー自体は健全な曲げ抵抗を示していることが確認された。

一方、P C鋼棒の破壊直前の荷重による増加ひずみは最大でも 200μ 程度とかなり低い応力状態にあり、破壊直前に至るまでコンクリートとの一体性が保たれているといえる。

(3) 破壊性状および破壊耐力

スリップバー目地の破壊性状は、押し抜きせん断破壊であった。この時点での最大せん断力は $S_{max}=6.5\text{ tf}\sim 7.2\text{ tf}$ であり、この値はスリップバーが直上のコンクリートを 45° 分布で上向きに支圧すると考えて算出した破断面積とコンクリートの試験時引張強度の積から求めた計算値 $S_{cal}=6.8\text{ tf}$ とほぼ一致する。

一方、プレストレス導入目地は数本の曲げひびわれが発生し、目地付近あるいは試験体上面に若干はだわかれが生じた後斜めせん断破壊を生じた。最大せん断力は $S_{max}=22.9\text{ tf}\sim 24.1\text{ tf}$ であり、スリップバー目地の約3倍のせん断耐力を有していることがわかった。

3.2 ゴム支承載荷試験の結果概要

図-8~図-9にゴム支承載荷試験におけるスリップバー目地およびプレストレス導入目地の鉛直方向変位を示す。設計荷重レベルでの目地部変位をみると、スリップバー目地で約0.4mmのずれが発生しているがプレストレス導入目地にお

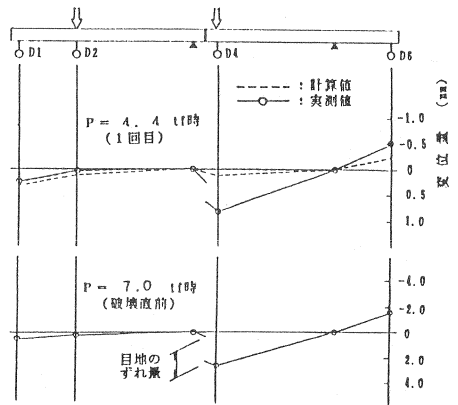


図-5 スリップバー目地の鉛直変位(純せん断載荷)

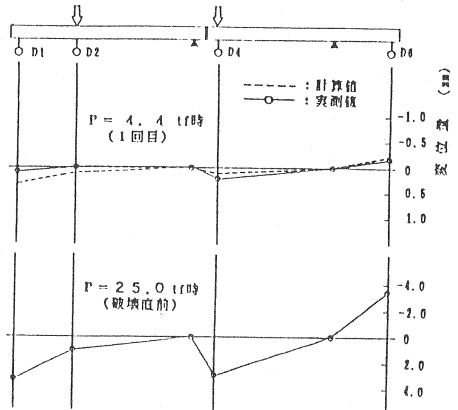


図-6 プレストレス導入目地の鉛直変位(純せん断載荷)

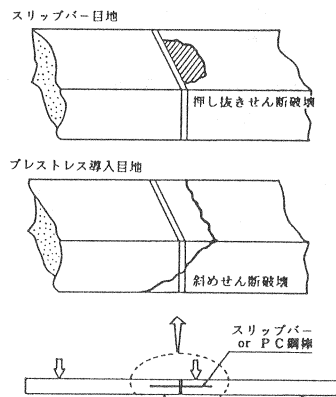


図-7 破壊性状

いては全くずれは生じていない。また、破壊荷重レベルではスリッパー目地で約 3.0mm ($P = 23.0\text{tf}$)、プレストレス導入目地で約 1.0mm ($P = 35.0\text{tf}$)のずれが発生した。純せん断試験と異なり破壊荷重レベルでプレストレス導入目地部にずれ変形を生じたのは、ゴム支承载荷の場合、目地部にはせん断と同時に曲げが作用するため部材下縁に引張応力が発生してひびわれ発生が起こり、せん断抵抗が低下したためと考えられる。

ゴム支せん断試験の場合、前述したように目地部にはせん断と同時に曲げが発生する。そのため、スリッパーおよびPC鋼棒ともに純せん断試験の場合より発生ひずみは大きくなると予測された。破壊荷重レベルでの最大ひずみをみると、スリッパーの場合 $\pm 1200\mu$ 程度であり純せん断試験より2割ほど大きい傾向にあった。しかし、ひずみ分布をみると純せん断試験同様健全な曲げ抵抗を示す状態にあった。

PC鋼棒の場合 3000μ を超えて降伏域に達しており、曲げの影響がかなり大きくでているものと考えられる。

破壊時の状況は、スリッパー目地の場合純せん断試験と同様の押し抜きせん断破壊であり、このときのゴム反力より算出した目地部せん断力は $S_{\max} = 6.7\text{tf}$ と純せん断試験の結果と同等であった。プレストレス導入目地の場合、曲げによる目地部および試験体上面にコンクリート表面のはだわかれは発生したもののゴム支承の変形能力が上限に達したため破壊に至らなかった。

4. まとめ

以上の試験結果を集約すると、以下のことが明かとなった。

- 1) 従来のスリッパー目地に比べ、プレストレス導入目地は設計荷重レベルにおいて目地部のせん断ずれは全く生ずることはなく使用性に優れている。
- 2) 目地部の破壊性状は、スリッパー目地の場合押し抜きせん断破壊、プレストレス導入目地の場合斜めせん断破壊であった。また、破壊荷重はスリッパー目地が約7.0 tfに対してプレストレス導入目地は約23.0 tfであり、万一の路盤強度低下あるいは過載荷重に対してプレストレス導入目地はかなり有効と考えられる。
- 3) 実際のプレキャスト版は路盤上にあり、目地部には曲げとせん断が同時に作用する。この状態を想定したゴム支承载荷試験の結果においても、プレストレス導入目地は機能性および耐力の面で優れた性状を示した。

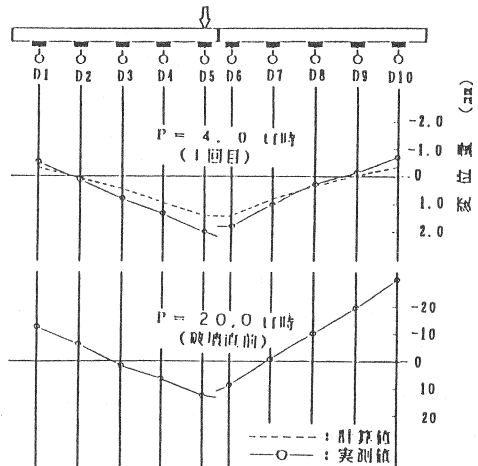


図-8 スリッパー目地の鉛直変位 (ゴム支承载荷)

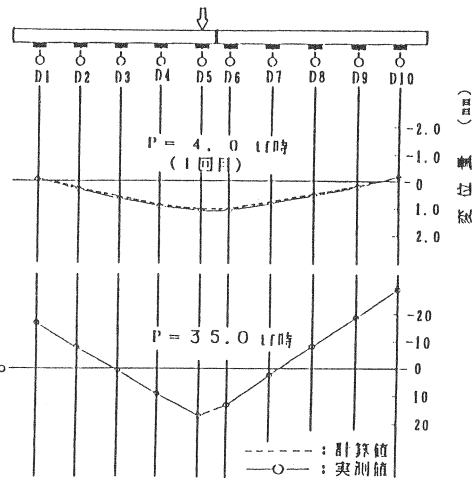


図-9 プレストレス導入目地の鉛直変位 (ゴム支承载荷)