

ボックスジベルのせん断疲労強度

九州共立大学工学部

同

正員

松下博通

学生員

東聰之

ピー・エス・コンクリート(株)正員

久野公徳

1、まえがき

既設の鋼道路橋における床版コンクリートの劣化のため、プレキャストコンクリート床版を用いた全面打ち替え工法が多く採用されている。このとき、鋼桁とプレキャストコンクリート床版との結合方法として、著者等は、ネジ式によって不陸調整ができる、鋼桁とののは溶接による結合とするボックスジベルを開発し、その性能や合成効果について検討した。この結果、静的な漸増荷重に対しては十分な合成効果を有することが明らかとなっている。しかし、ボックスジベルの断面が大きく、ジベルに加わるせん断力がジベル断面に等せん断応力として作用せず、応力が集中すること、結合方法が溶接によること等の問題より、静的な荷重に対する安全性は勿論であるが、繰返し荷重による疲労に対する安全性についても明らかにしなければならないと考えられる。このため、モデル供試体を作製し、ボックスジベルのせん断疲労試験を実施した。

2、試験供試体と試験方法

供試体は、図-1に示す2面せん断押し抜きタイプの供試体とした。実施工では、鋼桁と床版の間に無収縮モルタルが注入充填され、水平せん断力は、ボックスジベルと充填モルタルの両者で分担するようになっている。本試験ではボックスジベルのせん断疲労強度を直接求めることを目的として、せん断力をすべてボックスジベルで負担するように、H形鋼とコンクリートの間に発泡スチロールをはさんだ。また、ボックスジベルからの支圧力によりコンクリート部分が破壊しないように補強筋を配した。供試体製作コンクリートはPC用の高強度のものとした。

荷重はH形鋼断面中心に偏心がないように軸方向荷重をえた。静的載荷試験の場合には、 $0 \rightarrow 20\text{tf} \rightarrow 0 \rightarrow 40\text{tf} \rightarrow 0 \rightarrow 60\text{tf} \rightarrow 0 \rightarrow$ 最大荷重の荷重履歴とし、その際の荷重-貫入量曲線から、ジベルのずれ量を求めた。また、疲労試験は、繰返し荷重の最小荷重を静的試験の最大荷重の10%に固定し、最大荷重を36%、42%、45%、48%とした正弦変化繰返し荷重を加えるものとし、疲労破壊までの繰返し荷重(疲労寿命)を求めるとともに、荷重繰返しによるジベルのずれ量の変化を測定した。

3、試験結果

静的試験における荷重-ずれ量曲線の測定例を図-2に示す。この時、ずれ量は貫入量の測定値からH形鋼の弾性変形量を差し引いて求めている。静的試験結果より、 $P = 10 \sim 15\text{tf}$ でジベルのずれが始まり、 $P = 20 \sim 25\text{tf}$ 近傍でそのずれ量が急激に増大すること、また、最大荷重時のずれ量は3~11mmにも達することが示された。荷重を 20tf 、 40tf 、 60tf から除荷した時の、各最大荷重におけるずれ量と残留ずれ量の関係を図-3に示す。最大荷重時のずれ量が 0.3mm を越えると残留ずれ量が急激に大きくなり、 0.3mm を越える最大ずれ量はすべて残留している。また、最大荷重時のず

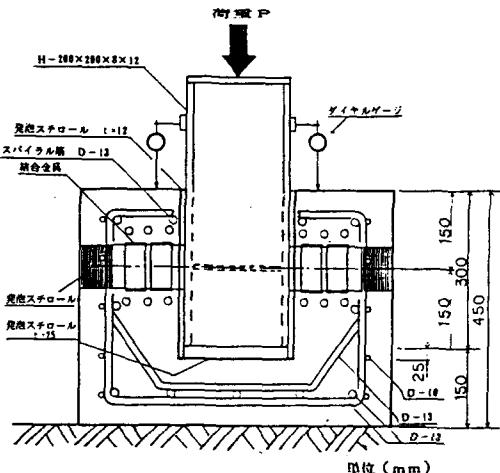


図-1、供試体および載荷方法

れ量が 1.0mm を越えると、ずれ量が急激に大きくなることが示された。これらのことから、静的試験による各供試体の、ずれ量 0.3mm、1.0mm、2.0mm における荷重の大きさおよび最大荷重の測定結果をまとめて表-1 に示す。

疲労試験における繰返し回数-ずれ量曲線の測定結果の一例を図-4 に示す。疲労試験におけるずれ量は、 $N = 1$ の平均荷重載荷時を 0 としており、ずれ量の測定は最大荷重載荷時と最小荷重載荷時である。しかし、ずれ量の測定値は最大荷重載荷時と最小荷重載荷時では、ほとんど差が認められなかった。このことは、疲労試験におけるずれ量の測定値が、残留ずれ量と等しいことを示すものである。

図-4 より、ずれ量は、繰返し初期から繰返し回数に比例して増大し、疲労寿命の 70% 程度の荷重繰返し後からは、ずれ速度が増大し、破壊に至っている。疲労破壊時のずれ量の大きさは平均 0.25mm 程度である。しかしながら、構造体として考える場合、たとえ疲労破壊しなくても、ずれ量が大きくなることは望ましくない。したがって、ずれ量が 0.3mm、1.0mm、2.0mm 時の繰返し回数を求め、疲労寿命の測定結果とともに表-2 に示す。この結果より、S-N 曲線を求めて図-5 に示す。

これらの結果より、それぞれのずれ量に対応する 200 万回疲労寿命を求めるとき、静的最大荷重の 32~34%、荷重の大きさにして 19.8~21.1 t f となる。ボックスジベルのせん断抵抗面積は $2 \times 14.45 \text{ cm}^2$ であるから、せん断応力度に換算すると、685~730 kgf/cm² である。

表-1、静的試験結果一覧

供試体番号	各ずれ量時の荷重の大きさ (t)			
	ずれ 0.3mm	ずれ 1.0mm	ずれ 2.0mm	最大荷重
S-1	40.5	46.8	50.0	61.8
S-2	35.5	45.5	50.8	67.2
S-3	42.0	49.3	52.5	55.0
S-4	36.6	45.1	48.8	60.2
S-5	40.3	49.1	52.0	65.8

表-2、疲労試験結果一覧

供試体番号	最大荷重比 (%)	各ずれ量時の繰り返し回数 ($\times 10^4$)			
		ずれ 0.3mm	ずれ 1.0mm	ずれ 2.0mm	疲労寿命
D-1	36	91.8	125.9	151.8	140.0
D-2	42	13.3	21.6	24.7	25.45
D-3	45	0.62	3.95	8.15	10.54
D-4	48	5.08	10.24	11.19	10.45
D-5	48	2.82	5.65	6.47	7.21

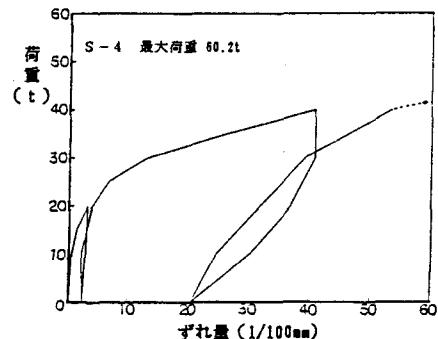


図-2、静的荷重-ずれ量曲線

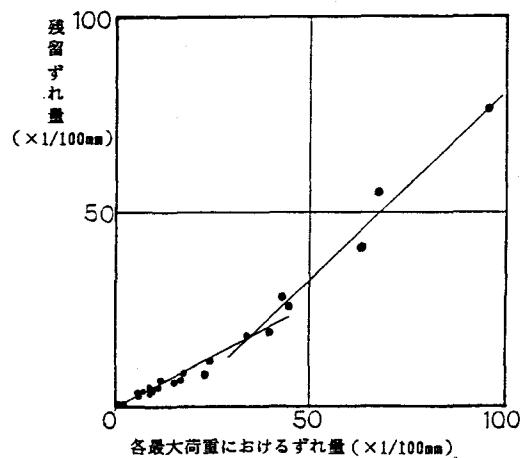


図-3、最大ずれ量と残留ずれ量の関係

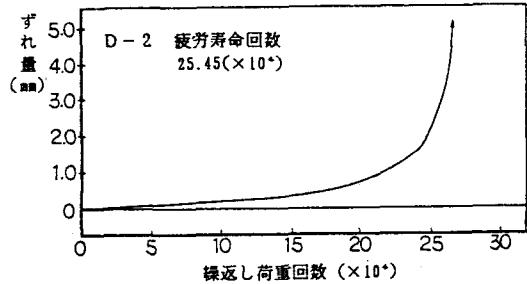


図-4、繰返し回数-ずれ量曲線

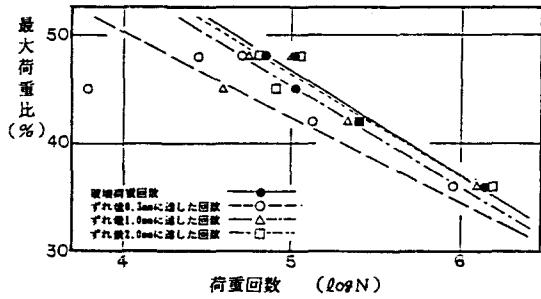


図-5、S-N 曲線