

首都高速道路公団湾岸線建設局設計工事第三課(正会員) 佐藤 重 尚

〃 次 長 (〃) 西 山 啓 伸

〃 東京保全部 設計課(〃) 小 松 信 夫

1 はじめに

ゲルバー・ヒンジ部においては、吊桁および突桁ともにその桁高が $\frac{1}{2}$ 以下に減少し、せん断応力、曲げ引張応力(特に断面急変部の応力集中)、斜め引張応力がきびしくなる。特に桁高の小さい版桁においては、その補強に有効なPC鋼材によるたて締めも緊張管理が出来ない(PC鋼棒長1.2m以上欲しい)ため、ゲルバー構造を断念するか、不経済な桁高(スパンによるが)にしていた。首都高速道路湾岸線BT208工区で建設される橋梁は図-1一般図に示すように版柱接合部を除き、版厚は900mmと薄く、上記の3応力に対処することも、PC鋼材による堅締めも困難である。またゲルバー・ヒンジ部のみ版厚を増すことは経済的にも、美観上からも好ましくない。このため吊桁を突桁の両方の性格を持たせた図-2のような鋼製特殊支承を考案した。このため沓本体および沓背面の応力状態を把握し、安全性の確認、設計へのフィードバックのためのデータの収集を目的として、模型($\frac{1}{2}$)による疲労試験、静的載荷試験および有限要素法を用いての解析を実施した。特にせん断応力がきびしい部材の疲労についての実験例が少ないので設計荷重によって疲労試験を実施した。本講演はその結果を報告するものである。

2 試験概要および結果

2-1 供試体の製作

図-3に示すような実物の $\frac{1}{2}$ の模型を3体製作した。コンクリートは $\sigma_{ck}=350\text{kgf/cm}^2$ である。PC鋼材は沓背面2本(A種1号)、たて締め用8本(B種1号)、横締め用5本(B種1号)である。配筋については割愛させていただく。コンクリート内部モールドゲージは図-3の通りであるが、他に鉄筋に4点、PC鋼棒に2点、コンクリート表面に15点、沓本体に6点のひずみゲージを貼付した。

2-2 疲労試験

試験機の容量の関係で片持梁型式で載荷した。動的載荷は $P_{max} 22.5\text{ton}$ (設計荷重=死荷重+活荷重)、 $P_{min} 15.75\text{ton}$ (死荷重のみ)とし、3Hzのサイン波で200万回載荷した。また動的載荷前、7.5万回載荷後および200万回載荷後にそれぞれ22.5 ton までの静的載荷試験を行って耐力の経時変化を測定した。ただし、安全を

図-1 一般図

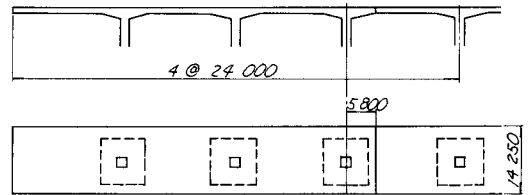


図-2 沓概要図

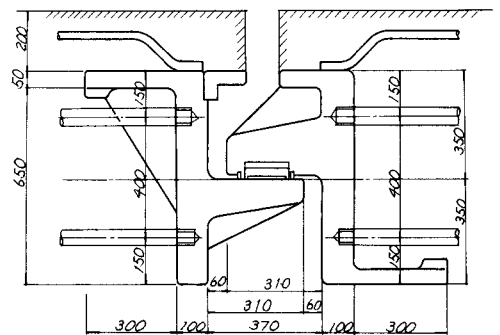
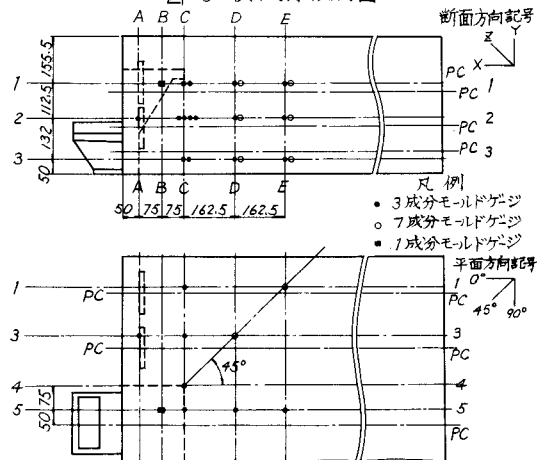


図-3 供試体概要図



みて供試体No2については、150万回～200万回の50万回において $P_{max}=25.5^{ton}$ （死荷重+活荷重×1.44）とした。

それに伴って静的載荷においても 25.5^{ton} を最高荷重とした。供試体No1, No2供にコンクリートのヒビフレ等と異常も発見されないばかりか、静的載荷においても同程度の測定結果を得たのでNo3の供試体については疲労試験を省略した。

表-1 最大測定値、理論計算値、許容値

疲労試験途中の静的載荷試験の設計

荷重における各測定値の最大値と理論計算値、許容値を表-1に示す。この表より明らかなようにせん断応力を除いてはいずれも許容値、理論計算値を越える点はない。またせん断応力においてもその点の曲げ圧縮応力およびフレストレス応力を考慮した斜引張応力は $7.1^{kg/cm^2}$ であり、新示方書以下となっている。また設計荷重の動的載荷においても疲労の進行は認められない。

区 分	最大測定値	理論計算値	許容値	備 考
沓上面支圧応力 (kg/cm^2)	5.7	60.0	85	許容値は $\sigma_{ck}=300^{kg/cm^2}$ 時
沓背面支圧応力 (kg/cm^2)	65.9	101.0	120	許容値は $\sigma_{ck}=300^{kg/cm^2}$ 時 実測値はフレストレスを加算
せん断応力 (kg/cm^2)	22.5	$\frac{5.33}{5.77}$		理論計算値は挿抜せん断応力として計算した結果
斜引張応力 (kg/cm^2)		$\frac{7.1}{3.1}$	8	許容値は $\sigma_{ck}=300^{kg/cm^2}$ 時
鉄筋引張応力 (kg/cm^2)	105	$\frac{174}{1085}$	1800	実測値、理論計算値はフレストレスを控除 圧縮応力
PC鋼棒引張応力 (kg/cm^2)	2940		5700	実測値はフレストレス軸応力を加算 引張応力
コンクリート曲げ圧縮応力 (kg/cm^2)	62.2	101.0	120	許容値は $\sigma_{ck}=300^{kg/cm^2}$ 時 実測値はフレストレスを加算
コンクリート曲げ引張応力 (kg/cm^2)	9.8	54.6	12	許容値は $\sigma_{ck}=300^{kg/cm^2}$ 時 実測値はフレストレスを控除
沓本体圧縮応力 (kg/cm^2)	785.4		1700	
沓本体引張応力 (kg/cm^2)	968.1		1700	

2-3 破壊試験

疲労試験の終了した供試体No1, No2および疲労試験を行っていない供試体No3の破壊試験（静的載荷試験）を行なった。なお供試体No3においては沓背面のPC鋼棒の有効度を観測するため、これの無い状態で試験を行なった。

表-2 沓換算荷重

種 別	実 測 荷 重			最小実測荷重 設計荷重
	No. 1	No. 2	No. 3	
ひび割荷重 TON	37.9	32.5	27.1	1.20
鉄筋が許容値を 越える荷重 TON	86.7	81.3	65.0	2.89
沓本体降伏 荷重 TON	65.0	54.2	54.2	2.41

曲げひび割れ発生荷重については表-1に示すように沓換算荷重に対してNo1より1.68, 1.44, 1.20倍になっており問題無い。しかし沓背面の2本のPC鋼棒の無い供試体No3では設計荷重 22.5^{ton} で沓定着部付近でせん断ひび割れが発生している。また2本のPC鋼棒が曲げひび割れ発生荷重増加に寄与する割合は計算上の約5%より大きな割合で寄与していると思われる。写真-1, 2に供試体No1の沓付近の破壊までのひびわれ状況を示す。写真-1は沓荷重方向上面である。最終破壊は写真-2における沓下面のひびわれが大きくなり、沓が前方に回転して出てくる状態であった。

写真-1

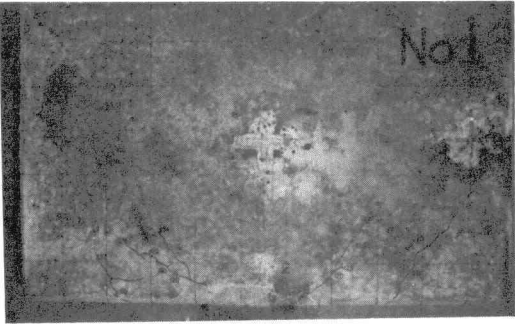
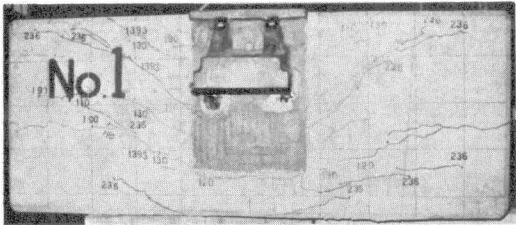


写真-2



3 おわりに

以上の結果により、設計荷重の2倍程度の荷重が加わったとしても、沓本体および沓定着部付近は充分安全であると考えられる。

なお本沓を実橋に使用するにあたり、塗装、落橋防止ストッパー、沓据付け治具等特別の仕様および装置を採用した。