

V-319 ボックスカルバートのT-20後輪荷重 繰り返し载荷試験

佐賀大学 学 O速水 伸哉
 佐賀大学 学 山口 泰範
 佐賀大学 正 山内 直利
 佐賀大学 正 石川 達夫

1. 目的

ボックスカルバートは、主に地下埋設構造物であるため、ひびわれが生じると鉄筋発錆の危険性が地上構造物に比べて大きい。荷重に対するひびわれ耐力を増すためには部材厚を大きく設計する必要がある。しかしそのために重量の増加や運搬、施工面などで不利となっている。ボックスカルバートの部材厚が薄く、かつひびわれ耐力が大きいボックスカルバートとして、曲げモーメントの大きい頂版、底版にそれぞれプレストレスを導入しPCボックスカルバートとするものがある。本研究では、アンボンドPCボックスカルバート及びRCボックスカルバートの各供試体にT-20後輪荷重を繰り返し载荷試験を行い、設計荷重が載荷されたときの安全性を確認するとともに、ひびわれの状況及び安全性の検討を行い、破壊荷重などの比較を載荷位置を変えてそれぞれのボックスカルバートについて行った。

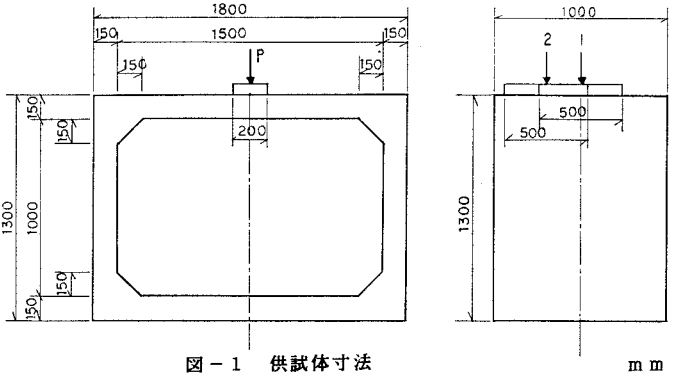


図-1 供試体寸法

2. 試験方法

PC、RCボックスカルバートの供試体寸法を図-1に示す。PC鋼棒は、高周波熱連製（株）のアンボンドPC丸形鋼棒を使用した。鉄筋はSD30Aである。PC、RCボックスカルバートの供試体は型枠の関係上PC、RCの順で一日ずらして打設した。使用したコンクリートの強度、ヤング係数の値を表-1に示す。打設後、翌日脱型、材令7日でプレストレスを導入した。プレストレス量はPC鋼

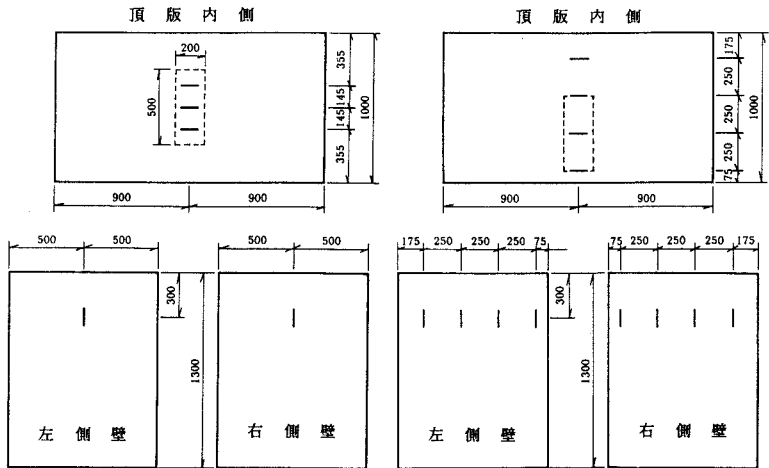


図-2 載荷位置1

図-3 載荷位置2

棒に張り付けたワイヤストレインゲージより測定した値を用いヤング係数 $2.0 \times 10^8 \text{ kgf/cm}^2$ として計算した。導入量を表-2に示す。アンボンドPCボックスカルバート及びRCボックスカルバートの各供試体に（日本道路

表-1 コンクリートの強度およびヤング係数

種類	圧縮強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	ヤング係数 (kgf/cm ²)
PC	439	33.2	3.6×10^5
RC	458	33.0	3.3×10^5

表-2 導入プレストレス

供試体	導入量 (tf)
PC 1	5.7
PC 2	5.8

協会)に規定されているT荷重(T=20)の後輪荷重(衝撃荷重を考慮)を載荷した。設計荷重(載荷荷重)として一等橋と同様にT-20の後輪荷重(P=8tf)を考え一番集中度が高い土かぶり0の場合を考えて頂版中央(載荷位置1)に設計荷重(8×(1+0.3)=10.4tf)まで0.5tf刻みに静的載荷し各荷重毎にコンクリートと鉄筋及びPC鋼棒のひずみを測定し、その後0まで荷重を除去し安全性を確認した。載荷位置1、2のワイヤストレインゲージの設置位置を図-2、3に示す。その後、上限荷重10.4tf、下限荷重0.2tf、載荷周波数5Hzの正弦波で繰り返し回数200万回まで載荷試験を行い、1000回毎にコンクリートと鉄筋及びPC鋼棒のひずみを測定し、載荷点直下の頂版のたわみを測定した。繰り返し載荷試験終了後に供試体が破壊していなければ静的載荷により0.5tf刻みに破壊するまで載荷し、各荷重毎にひずみとたわみを測定した。次に自由端に近い載荷位置2に変えて同様に試験を行った。

3. 結果及び考察

表-3 ひびわれ発生荷重と破壊荷重

供試体種類	載荷位置	ひびわれ発生荷重(tf)		破壊荷重(tf)	
		理論値	実測値	理論値	実測値
RC	1	7.8	5	31.1	41.0
	2		5		41.3
PC	1	15.5	14.5	27.6	40.8
	2		*		40.0

ひびわれ発生荷重と破壊荷重を表-3に示す。ひびわれ発生荷重実測値は、載荷点直下の頂版下縁に貼付したゲージの読みの急変値のそれとした。載荷試験の結果、RCボックスカルバートは設計荷重が作用する前(約5tf)にひびわれが発生したが、PCボックスカルバートは設計荷重が作用

してもひびわれは発生せず載荷位置が1の場合には疲労試験後の静的載荷試験中(約14.5tf)にひびわれが発生し、載荷位置が2の場合は疲労試験中にひびわれが発生した。そのために、載荷位置が2の場合のひびわれ発生荷重実測値が確認できなかった。PC、RCボックスカルバート共にひびわれ発生荷重の実測値が理論値よりも小さかった。PCボックスカルバートは、実測値との差は比較的小さいがRCボックスカルバートのそれは大きかった。疲労試験直後のひびわれ状況は、PCボックスカルバートのひびわれの目視は出来なかったが、RCボックスカルバートのひびわれの目視は出来た。破壊荷重はPC、RCボックスカルバート共に理論値より大きかった。これはラーメン、連続ばりなどの不静定構造物において、格点あるいは載荷点などのいくつかが降伏状態になっても構造全体が不安定になるまでは応力の再分配が行われ荷重の増大に耐えることが出来ると考えられる。PCボックスカルバートの破壊荷重はRCボックスカルバートのそれをわずかに下回った。PCボックスカルバートの場合、頂版より先に側壁上ハンチ部分がせん断破壊を起こしたために破壊荷重が小さくなったと思われる。設計荷重の静的載荷試験を行った結果を表-4に示す。PCボックスカルバートの載荷位置1の場合は動たわみ計の設置が不十分だったために除外した。RCボックスカルバートのたわみは載荷位置1より2の場合が大きい。これは載荷位置を危険側の自由端に変えたためと考えられる。

表-4 変位量(荷重10.4tf)

供試体	載荷位置	変位量(mm)
RC	1	0.88
	2	1.00
PC	1	—
	2	0.52

4. まとめ

設計荷重をPC、RCボックスカルバートに静的載荷試験を行ったがRCボックスカルバートに載荷点直下に曲げひびわれが5tfで発生し、PCボックスカルバートにはひびわれは見られなかった。PC、RCボックスカルバート共に設計荷重を200万回繰り返し載荷試験を行ったがそれらの安全性が確認できた。載荷位置を危険側の自由端に変えても同様のことが言える。ボックスカルバートの頂版と底版にプレストレスを導入することによりひびわれ発生荷重が大きくなりひびわれ耐力が増加し、繰り返し荷重が作用しひびわれが発生しても、荷重が除去されるとひびわれが閉じてしまうことが解った。PC、RCボックスカルバート共に破壊荷重は設計荷重の4倍以上あり安全性が確認できた。実際にはボックスカルバートは地下埋設構造物であり、側壁に土圧が加わって拘束度が増すため安全性は増大するものと思われる。

PC、RCボックスカルバートの供試体を製作する上で大変お世話になった水谷建設工業株式会社の福井洋介氏に謝意を表します。