

V-213 PC桁橋の地震時落橋防止用アンカーバーの耐荷性能

日本道路公団試験所 石田 博
日本道路公団試験所 正会員 安松 敏雄
鹿島建設技術研究所 正会員 村山八洲雄

1. はじめに

コンクリート橋では、従来の鋼製沓に代わって、安価で耐久性に優れているゴム沓が使われるようになってきた。また、ゴム沓を用いる場合には、耐久性の面からアンカーボルトなどの固定具は設けず、落橋防止用にアンカーバーを併用するのが一般的である。アンカーバーの設計に際しては、鋼材のせん断応力度に対して検討が行われているが、根拠は明確でなく、実際の耐荷力についても実験データに乏しい。そこで、模型実験を行ってアンカーバーの耐荷性能を調べた。

2. 対象構造

橋梁形式としては、橋長 20m程度の道路用PC単純桁橋を対象とした。この種の橋梁のアンカーバーに関する諸元は大略以下のようである。

材質：通常SS41材 直径(Φ): Φ32mm~Φ50mm
埋込み深さ 1: 10Φ(桁側)、15Φ(アバット側)
埋込み方法：上部工側はさや管と充填材使用、下部工側は直か埋め、いずれもスパイラル筋で補強
さや管内あそび量 s: 固定側±2mm、可動側約±20mm
上下部工隙間 d: アンカーバー位置で20mmが標準
コンクリート設計基準強度(σ_{ck}): 上部工 350 kgf/cm²、下部工 240 kgf/cm²

3. 実験概要

模型実験は、合計8体の試験体について行った(表-1)。シリーズAでは、コンクリート強度を上部工相当として、バーの材質、あそび量、及び上下部工隙間をパラメータにした。シリーズBでは、太径相当のバーを想

定して直径・隙間比をパラメータにした。A、Bともに载荷は静的な漸増交番载荷とした。シリーズCでは、コンクリート強度を上部工と下部工相当にそれぞれ合わせ、かつ、荷重は動的に载荷した。比較のために静的実験も行った。ただし、模型縮尺はAシリーズの 1/2でバーの数も 1/2とした。

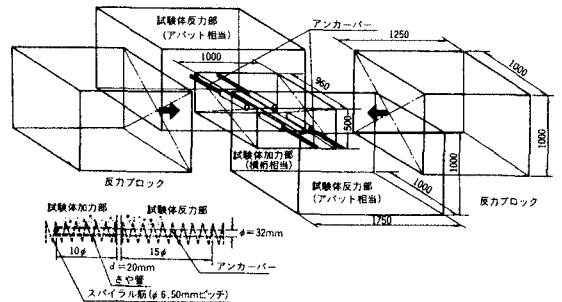


図-1 試験体の概要

表-1 実験配列

試験体名	載荷荷重	コンクリート強度 (設計基準強度)		アンカーバーの材質	さや管あそび		上下部工隙間(d)				縮尺
		上部工	下部工		2mm	20mm	5mm	10mm	20mm	40mm	
A 1	静的	350	240	みがき鋼棒	○	○			○		1/1
A 2				普通鋼棒	○	○			○		
A 3				普通鋼棒	○	○			○		
A 4				普通鋼棒	○	○			○		
B 1	静的	350	240	みがき鋼棒	○	○		○			(1/4)
B 2				普通鋼棒	○	○		○			(1/2)
C 1	動的	350	240	みがき鋼棒	○	○		○			1/2
C 2				普通鋼棒	○	○		○			

各シリーズの普通鋼棒の(σ_y , σ_b : 単位 kg/mm²)は、
A (31, 48)、B: (32, 50)、C: (32, 46)、みがき鋼棒 (48, 52)

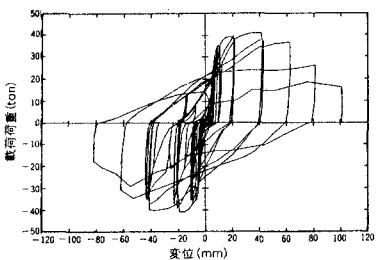


図-2 A1試験体の荷重変位曲線

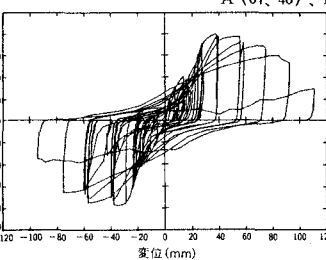


図-3 A3試験体の荷重変位曲線

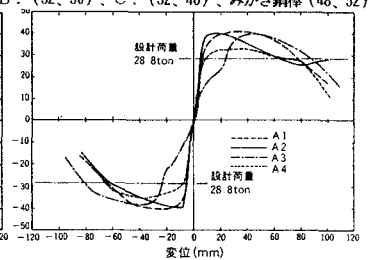


図-4 荷重変位包絡線

4. 実験結果と考察

(1) アンカーバーの荷重変位 (P-δ) 履歴

① エネルギー吸収： 固定側を想定したA1、A2、A4試験体及びB1、B2試験体のP-δ履歴は、荷重の大きさの相違はあるもののほぼ図-2のような曲線を示した。変位がさや管内のあそびの範囲では充填材（アイガス）の剛性に対応した変位を生じるが、変位がそれ以上に大きくなるとバー・コンクリート系の剛性に支配されるようになって履歴曲線の囲む面積が大きくなり、地震エネルギーの吸収能力が大きいことを示している。

② 変形性能： Aシリーズではみがき鋼棒を用いたA2試験体が他に比べて僅かに小さい変形性能を示したが、どの試験体も2Φ（60mm）程度までは変位の増大に対して荷重の減少は小さかった（例、図-2）。じん性率は6以上で、良好な変形性能を有していた。Bシリーズについても同様であった。

③ さや管内充填材の影響： 可動側を想定したA3試験体のP-δ履歴（図-3）は、さや管のあそびの範囲内でも剛性は比較的大きく、充填材がかなりの剛性を有していて、その影響が無視できない。

④ 載荷速度の影響： C1（静的）とC2（動的）の試験では最大荷重はほぼ同じであった。P-δ履歴は（図-5、動的載荷では充填材の影響等もあって初期剛性が大きく、ループの幅も大きめになっている。動的載荷では最大荷重以降の荷重低下が大きい）、上述の特性により、2Φ（30mm）までの吸収エネルギーは動的の方が大きかった。

(2) アンカーバーの耐力の推定法

① 耐力の実験値： A1～A3試験体はいずれも同程度の耐力を示した（図-4）。このことから、普通鋼棒とみがき鋼棒の降伏強度の相違、さや管内のあそび量の相違は、耐力にあまり影響を及ぼさないといえる。一方、上下部工の隙間はA1とA4の比較でわかるように、耐力に影響している。このことは、AとBシリーズの耐力の相違からもいえる（表-2）。

② 破壊モード： 目視できた試験体の範囲では、最大荷重時のバーの変形は、相対変位を与えた両端固定梁のようであった。破断面の顕微鏡観察の結果、破壊は曲げ引張り破断と判断された。実験後の観察では、バーの固定部分のコンクリートは0.5Φ～1.0Φの深さで円錐状に剥落しており、最大荷重時には固定間距離は上下部工の隙間よりも大きくなっていったと推定された。

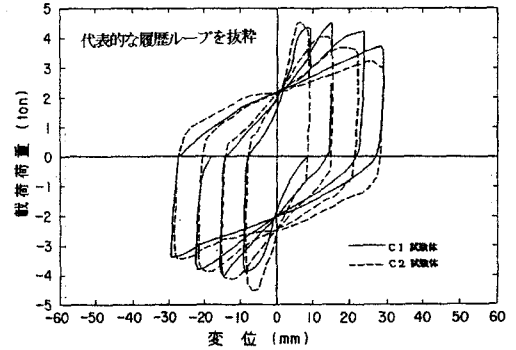


図-5 動的試験と静的試験の比較

表-2 耐力の実験値と計算値の比較

試験体	材質 (SS 41)	隙間 (mm)	実験値 (t)	計算値	実験値 計算値
A 1	普通鋼棒	2	40	40.00	1.00
A 2	みがき鋼棒	2	40	43.54	0.92
A 4		4	33	28.89	1.14
B 1	普通鋼棒	0.5	60	59.46	1.06
B 2		1	45	52.38	0.81
C 1		1	4.7	4.84	0.97
C 2		1	4.6	4.84	0.95

③ 耐力推定法： 以上を考慮しバー1本あたりの耐力 P_u を次の方法で推定した。

$$P_u = 2M_u / L$$

$$M_u = 1.7 (\pi \Phi^3 / 32) \sigma_b, \quad L = (d + 1.0 \Phi)$$

ここに、 M_u はバーの終局曲げモーメント (kgf・cm)、 L は両端固定梁としてのバーの長さ (cm)、 σ_b はバーの引張り強さ (kgf/cm²) である。

各試験体について実験値と計算値を比較し表-2に示す。上の計算式によれば、平均値 1.0、標準偏差 0.1 の精度でアンカーバーの耐力を推定できることがわかる。

5. あとがき

実験の結果アンカーバーの破壊は曲げ引張り型であり、地震時の吸収エネルギーも大きいことが確認された。ただし、アンカーバーの直径が同じでも上下部工の隙間が大きくなると、耐力は小さくなることに注意する必要がある。

参考文献

- 1) 道路橋支保便覧
- 2) 構造物設計資料No.70 鋼棒ストッパーの設計