

44 年供用された PC 桁の健全度評価

首都高速道路（株） 正会員 ○増井 隆
（一財）首都高速道路技術センター 正会員 蒲 和也

1. はじめに

44 年供用された首都高速横羽線生麦入口の PC 桁が、首都高速横浜環状北線生麦 JCT 工事に伴い撤去された。その撤去された PC 桁を試験体に利用して静的載荷試験を実施し、健全度を評価することとした。また、一般的に疲労の影響がないとされている PC 桁の疲労試験を実施することにより、耐久性についても確認した。

本報告では、44 年供用された PC 桁の各種試験の結果による健全度について述べる。

2. 試験体緒元

試験体とする PC 桁は、昭和 43 年しゅん功の単純 PCT 型活荷重合成桁橋（ポストテンション方式）で、主桁 2 本（それぞれ別径間のもの）を利用した。静的載荷試験体の構造図を図 1 に両試験体の諸元を表 1 に示す。試験体は、活荷重合成桁であるため床版幅を設計で考慮している有効幅の 2.1m で採取することが望ましい。しかし、撤去工事の現場条件から床版幅を小さくする必要があるため、計算により PC 鋼材が降伏する前にコンクリートが圧壊しない幅として 0.75m とした。

撤去に先立ち、試験体の接近目視調査および荷重車（25t）走行による応力計測を実施した。接近目視の結果は、かぶりコンクリート剥離による鉄筋露出やひび割れ、豆板などが確認されたが耐荷力や耐久性に影響を与えるほどの損傷ではなく、比較的健全な状態にあった。また、応力計測値も同荷重条件で求めた計算値と比較して同等、かつ主桁間の荷重分配傾向も同傾向であったことから、構造物として問題ない状態であった。

3. 靜的載荷試驗

3-1 試験方法

試験には（独）土木研究所の載荷装置を使用した。載荷条件は、支間中央の２点載荷、試験体は２点単純支持による静的載荷とし、桁が破壊に至るまで載荷を実施した。

3-2 試驗結果

荷重－変位曲線を図 2 に示す．荷重 360kN で曲げひび割れが発生し，最大荷重 1028kN に到達した．最大荷重から徐々に下がりはじめ，荷重 1007kN で桁上

表 1 各試験体緒元

	静的載荷試験体	疲労試験体
構造形式	単純PCT活荷重合成桁橋（ポストテンション方式）	
橋長	17.0m	
適用示方書	昭和36年プレストレストコンクリート設計施工指針（土木学会）	
コンクリート強度	主桁40N/mm ² , 床版・横桁30N/mm ²	
採取位置※	外桁	内桁
PC鋼線	23-φ5 5本, シース径φ45	12-φ5 8本, シース径φ35
定着工法	BBRV工法 端部定着3本, 上縁定着2本	フレシネ工法 端部定着5本, 上縁定着3本

※それぞれ別径間から採取

側面図

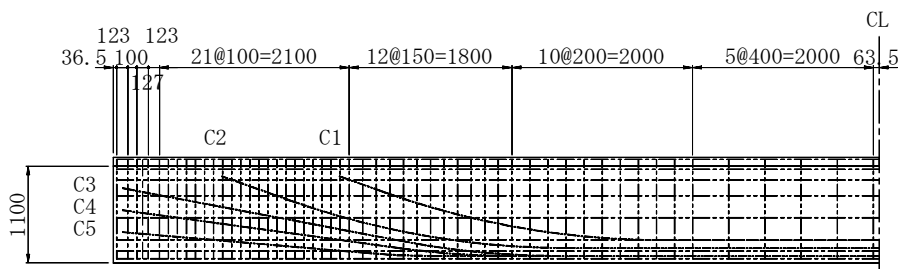
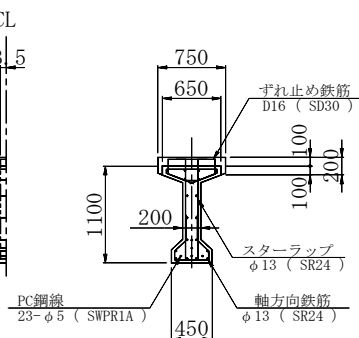


図 1 静的載荷試験体

断面図



キーワード PC 桁, 静的載荷試験, 疲労試験, 健全度評価

連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞が関1丁目4番1号 首都高速道路(株) TEL 03-3539-9449

面中央近傍が圧壊した。梁理論による破壊荷重（コンクリート圧壊）が 980kN であったことから十分な耐力を有していることが確認できた。

また、載荷荷重 800kN を超えた付近から荷重－たわみ曲線の傾きが緩くなってきている。これは PC 鋼材の応力が FEM 解析によると載荷荷重 850kN 時に 1340N/mm² であり、試験においても塑性領域(1344kN/mm²(0.84P_u))に至ることで断面の剛性が低下して変位が増加したと考えられる。

4. 疲労試験

4-1 試験方法

試験には（一社）日本建設機械施工協会施工総合技術研究所の大型疲労試験機を使用した。載荷条件は、支間中央の 2 点載荷、試験体は 2 点単純支持による定点載荷とし、繰返し載荷約 20 万回毎に静的載荷試験を実施して桁の状態を確認した。事前の調査により試験体が健全であると確認していたことから、疲労破壊に至らせるため次のような載荷荷重を階段式に設定した。繰返し載荷荷重の上限は、468kN×100 万回（STEP1:0.6 σ_{pu} 相当）、508kN×100 万回（STEP2:PC 鋼材の疲労寿命が 200 万回相当）、602kN×13,311 回（STEP3:0.7 σ_{pu} 相当）とし、下限荷重はいずれも 310kN（曲げ引張許容応力度相当）とした。計算上では以上の載荷回数でマイナー則による疲労蓄積度が 1.0 に達する想定¹⁾である。また、疲労による劣化を促進させるため、繰返し載荷開始前に静的載荷により、ひび割れを発生させた。

4-2 試験結果

載荷回数と変位の関係を図 3 に示す。変位は STEP1 から STEP2 までは緩やかに増加していき、STEP3 で急激に増加した。試験は STEP2 の載荷状態を繰り返している状況では、破壊への兆候がみられなかったため、176 万回（STEP2 の 79 万回）載荷後 STEP3 に移行した。結果的に STEP3 の 17 万回に達した段階で疲労破壊に至った。疲労蓄積度に換算すると、設定した載荷条件と比較して想定約 17 倍相当という結果となった。

以上より、本試験体は十分な疲労耐久性を有していることが確認できた。

また、静的載荷試験と疲労試験のひび割れ状態（終局）を図 4 に示す。ひび割れ範囲が、曲げ破壊（静的載荷試験）と疲労破壊（疲労試験）で異なっていることを確認できた。解体調査の結果、静的載荷試験体の PC 鋼線の破断はなかったが降伏していた。一方疲労試験体の PC 鋼線は全素線の約 18%が破断していた。素線の破断箇所が弱点となり、ひび割れが集中することにより範囲が広がらなかったと考えられる。

5. まとめ

静的載荷試験の結果、耐荷力は計算値を上回っており十分な耐荷性を有していることが確認された。また、疲労試験の結果、計算上の疲労蓄積度の 17 倍の寿命となり、十分な耐久性を有していることが確認された。以上により 44 年供用された PC 桁は、適切な維持管理を実施することで十分な健全性を保持できることが検証された。

参考文献

1) コンクリート標準示方書【設計編】，土木学会，2007

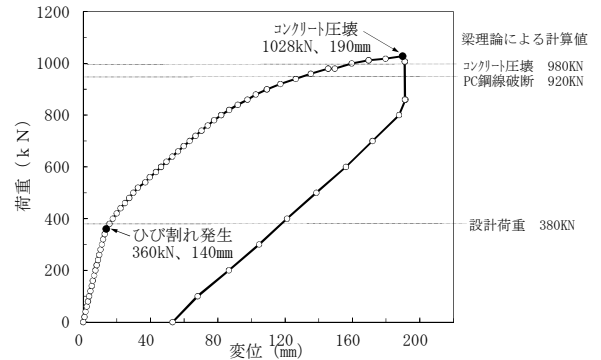


図2 荷重－変位曲線（静的載荷）

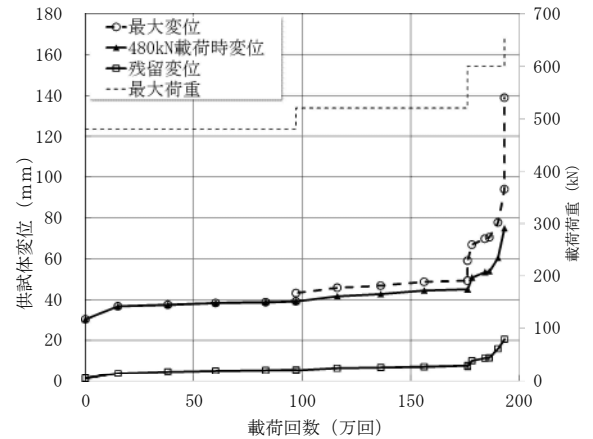


図3 載荷回数と変位（疲労試験）

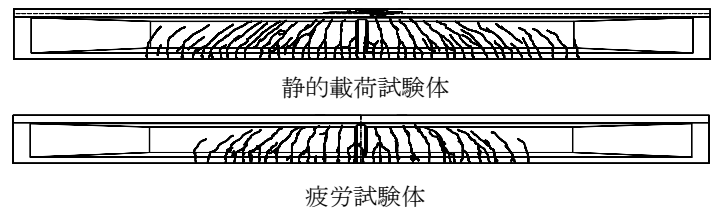


図4 各試験のひび割れ発生状況（終局）