

平成27年度土木学会全国大会 第70回年次学術講演会プログラム

第6部門

- VI-123 鋼板接着補強RC床版の劣化度評価に関する研究 (その1) ~アンカーボルトセンシングの開発について~/阪神高速道路 [正] 八ツ元 仁・八ツ元 仁・小坂 崇・小椋 紀彦・塩谷 智基
VI-124 鋼板接着補強RC床版の劣化度評価に関する研究 (その2) ~アンカーボルトセンシングによるコンクリート内部評価~/株式会社 CORE技術研究所 [正] 小椋 紀彦・八ツ元 仁・塩谷 智基・張 凱淳・榎木 正喜
VI-125 広帯域AEセンサを用いたPC部材破断検知に関する実験的研究/日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 [正] 榎園 正義・谷倉 泉
VI-126 ノンターゲット撮影による遠方画像変位測定の実用性検討/フジエンジニアリング [正] 讀岐 康博・西芝 貴光・菊池 智彦・内田 勇治・吉田 貴保
VI-127 高速撮影動画を用いたデジタル画像相関法による面内変位分布計測のコンクリート構造物への適用/鹿島建設 [正] 今井 道男・露木 健一郎・太田 雅彦・三浦 悟・今井 浩
VI-128 電磁バルス法による全面定着方式ロックボルト定着部の非破壊的評価手法の検討/株式会社アミック [正] 三輪 秀雄・橋本 光男・高坂 信

■10:40~12:00 検査技術・診断(4) / 座長:佐藤 大輔

- VI-129 橋梁点検への音源探査装置活用に関する基礎的検討/熊谷組 [正] 永田 尚人・北原 成郎・大脇 雅直・洲上 隆也
VI-130 ラインセンサカメラを使用したトンネル覆工点検システムの開発/西日本高速道路株式会社 [正] 竹本 将・谷口 徹也・仲田 慶正・森 直幸
VI-131 道路の巡回点検支援システムの開発と今後の展望/株式会社オリエンタルコンサルタンツ [正] 猪爪 一良・安立 寛・佐古 憲彦・松本 広義
VI-132 維持管理を目的とした市販UAVによる変状抽出に関する基礎的実験/長崎大学大学院 [学] 山下 真史・奥松 俊博・中村 聖三・西川 貴文・岡林 隆敏
VI-133 中国地方整備局が管理している橋梁における損傷傾向について/国土交通省中国地方整備局 [正] 高崎 修
VI-134 道路維持管理の高度化、効率化に向けたICT技術の活用/東芝 [正] 熊倉 信行・猪爪 一良・関 晃仁

平成27年度9月18日 (金) VI-3会場 (岡山大学津島キャンパス 一般教育棟B21講義室)

■9:00~10:20 検査技術・診断(5) / 座長:松山 公年

- VI-135 常時計測可能な健全度診断指標を用いた状態監視手法の実橋梁での検討/鉄道総合技術研究所 [正] 名取 努・阿部 慶太・小湊 祐輝・関口 琢己・諸橋 由治
VI-136 常時計測可能な指標を用いた単線河川橋梁橋脚の健全度診断手法/鉄道総合技術研究所 [正] 谷 賢俊・阿部 慶太・獅子目 修一・名取 努・山野 明義
VI-137 コンクリート中鉄筋の腐食環境検知技術のプレキャストPC上部工への適用/太平洋セメント 中央研究所 [正] 佐藤 達三・江里口 玲・宮里 心一・越田 剛志
VI-138 ウォータータイトトンネル健全度評価における3次元計測システム等の適用性検討/日本工営株式会社 [正] 中山 宣洋・松田 貞則・窪田 実
VI-139 特殊高所技術を用いた河川上に位置する橋梁の接点点検/首都高技術 [正] 亀岡 誠・紺野 康二・金子 聖哉・片村 文崇・小田切 遼
VI-140 コンクリート高架橋の変状未発生部位の劣化ポテンシャル評価に向けたかぶりの重要性に関する一検討/東日本旅客鉄道株式会社 長野支社 [正] 阿部 睦樹・岸 利治

■10:40~12:00 検査技術・診断(6) / 座長:羽矢 洋

- VI-141 プレストレス低下によるポストテンション単純T桁橋の健全性に関する検討/ [正] 柳沢 有一郎・小柴 康平・亀井 啓太・保橋 重夫・西 弘
VI-142 遠隔操作無人探査機 (ROV) を利用した大水深水中調査ロボットの現場適用/五洋建設株式会社 [正] 小笠原 哲也・杉本 英樹・森屋 陽一
VI-143 あと施工アンカーボルトの強度低下供試体の製作検討/中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京 [正] 中村 尚武・川崎 廣貴・堀 隆一・設楽 和久・榎園 正義
VI-144 橋梁点検画像を用いた耐候性鋼材のさび粒子形状判定とさび外観評価/茨城大学大学院 [学] 作山 卓也・原田 隆郎
VI-145 磁石式鋼橋点検装置の開発/首都高技術 [正] 布施 光弘・森 清・大塚 義夫
VI-146 生体脈波を用いた高速道路の走行安全性評価に関する基礎的研究/茨城大学工学部 [正] 原田 隆郎・作山 卓也

■13:00~14:20 検査技術・診断(7) / 座長:中島 進

- VI-147 単眼ステレオ視を活用した列車巡視システムの開発/西日本旅客鉄道株式会社 [正] 桶谷 栄一・今西 進也・新名 泰仁・福井 義弘
VI-148 二次元センサを用いたレール締結ボルト緩み検出システムの開発/JR東海 東海鉄道事業本部 工務部 保線課 [正] 小島 瑛太郎・三澤 真・坂井 光夫
VI-149 営業列車の動揺と軌道狂いの位置照合に関する検討/JR西日本 [正] 片岡 武
VI-150 起振器試験を用いたトンネル路盤の健全度診断手法の開発/鉄道総合技術研究所 [正] 小湊 祐輝・篠田 昌弘・雪岡 剛哲・坂本 寛章・御崎 哲一
VI-151 ブラッキング基礎を有する橋台における振動特性/西日本旅客鉄道 [正] 進藤 義勝・坂本 寛章・豊田 隼也・紙田 茂
VI-152 港湾鋼構造部材の腐食発生位置に関する検討/国立研究開発法人港湾空港技術研究所 [正] 野上 周嗣・加藤 絵乃・佐藤 徹・山路 徹

■14:40~16:00 検査技術・診断(8) / 座長:戸田 勝哉

- VI-153 熱赤外線映像法を用いた吹付の面老朽化診断時の一時刻画像を用いた場合における適用性/京都大学大学院農学研究所 [正] 原田 紹臣・小杉 賢一朗・水山 高久

- VI-154 画像データと画像処理技術を利用した地下鉄トンネル異状箇所抽出システムの検討/東京地下鉄株式会社 [正] 小西 真治・鈴木 拓・篠原 秀明・村田 利文・石川 雄章
VI-155 可視画像データを利用した地下鉄トンネルの状態分析/東京地下鉄株式会社 [正] 川上 幸一・小西 真治・岩本 佑太・石川 雄章・安達 慎一
VI-156 デジタルカメラ点検システムの現場導入とその評価検証/西日本高速道路エンジニアリング関西(株) [正] 松井 俊吾・徳永 賢児・加藤 寛之
VI-157 赤外線熱計測によるトンネルコンクリートの浮き・剝離調査手法の検討/清水建設 [正] 久保 昌史・中山 聡子・小西 真治・川上 幸一・村上 哲哉
VI-158 デジタルカメラ計測の橋梁補修補強工事への適用/片山ストラテック [正] 大久保 宣人・田中 伸也・高口 昇・森 直樹

平成27年度9月16日 (水) VI-4会場 (岡山大学津島キャンパス 一般教育棟C22講義室)

■9:00~10:20 検査技術・診断(9) / 座長:古川 陽

- VI-159 レーザリモートセンシングを用いたコンクリート構造物の健全性評価技術 (1) コンクリート欠陥箇所と健全箇所の違い/西日本旅客鉄道株式会社 [正] 御崎 哲一・朝倉 俊弘・島田 義則・篠田 昌弘・江本 茂夫
VI-160 レーザリモートセンシングを用いたコンクリート構造物の健全性評価技術 (2) ケミカルアンカーボルトの接着不良検出~/レーザ技術総合研究所 [正] 島田 義則・Kotyaev Oleg・御崎 哲一・中澤 明寛・瀧浪 秀
VI-161 デジタル画像を利用したひび割れ幅計測法の研究/岡山大学大学院 [学] 壺阪 知広・西山 哲・菊地 輝行
VI-162 IC タグを用いたスベーパーさのかぶり厚検査への適用に関する研究/太平洋セメント [正] 井坂 幸俊・江里口 玲・早野 博幸
VI-163 AEセンサを用いた打音検査システムによるメカニカルアンカ検査技術の開発/原子燃料工業 [正] 小川 良太・松永 嵩・磯部 仁博・前田 良文・岡本 智文
VI-164 学習データベースを用いたマンホール鉄蓋の摩耗推定に関する基礎検討/NTT アクセスサービスシステム研究所 [正] 内堀 大輔・田中 航・川端 一嘉・高橋 宏行

■10:40~12:00 検査技術・診断(10) / 座長:白鷺 卓

- VI-165 橋梁遊間部壁面画像スキャニング装置の開発/ネクスコ東日本エンジニアリング [正] 赤木 琢也・伊藤 幸広・鈴木 裕二・飯東 義夫
VI-166 ガードレール支柱の経年劣化検査技術の開発/原子燃料工業 [正] 松永 嵩・小川 良太・磯部 仁博・前田 良文・岡本 智文
VI-167 レーザポインタの光を活用した撮影画像内のひび割れ長計測方法/NTT アクセスサービスシステム研究所 [正] 田中 航・高橋 宏行・川端 一嘉
VI-168 トンネル路盤コンクリート模型による振動試験/西日本旅客鉄道株式会社 [正] 坂本 寛章・長山 喜則・近藤 政弘・篠田 昌弘・雪岡 剛哲
VI-169 振動解析によるシールド設備機器診断技術の研究/大成建設株式会社 [正] 松本 三千緒・金子 康一・栗野 淳
VI-170 キャ車データを用いた盛土内部ゆるみの推定方法と実調査結果/西日本旅客鉄道 [正] 木口 博之・紙田 茂・藤野 準揮・大月 啓行

■13:00~14:20 検査技術・診断(11) / 座長:金本 康宏

- VI-171 トンネル覆工コンクリート表面の汚れとトンネル内走行視環境に関する基礎的研究/西日本高速道路エンジニアリング四国 [正] 糸野 佑久・橋本 和明・明石 行雄
VI-172 TCIによるトンネル覆工の経年変化の定量的な把握/山口大学理工学研究所 [学] 中島 彰吾・濱砂 宏・水野 準也・森本 真吾・進士 正人
VI-173 塩害等を受けた壁高欄の詳細調査事例報告 (中性化による塩化物イオン濃縮現象)/バシフィックコンサルタンツ [F] 森 康晴・窪田 光作・古谷 明久・齋藤 一仁
VI-174 橋門橋点検機械の開発による点検作業の効率化、高度化/バシフィックコンサルタンツ株式会社 [正] 畠山 直樹・高田 浩穂・高橋 義孝・森田 大作
VI-175 電気防食による海洋鋼構造物の最適な維持管理方法の提案/中国電力 [正] 磯田 隆行・志水 克成・林 稔・斉藤 直
VI-176 簡易な振動計測による自治体管理橋梁の性能評価に向けた検討/清水建設技術研究所 [正] 若城 英朗・福田 裕・松竹 由樹・松田 浩・森田 千尋

平成27年度9月17日 (木) VI-4会場 (岡山大学津島キャンパス 一般教育棟C22講義室)

■9:00~10:20 建設マネジメント(1) / 座長:井林 康

- VI-177 橋梁諸元データから見た対策優先度決定要因の分析について/東京都市大学工学大学院 [学] 川西 寛・丸山 收・三木 千壽
VI-178 ヴァイン・コンピュータを用いた多面的評価を目的とする相関構造の分析/ [学] 堀 舜揮・水谷 大二郎・小濱 健吾・貝戸 清之
VI-179 道路橋における重大損傷の要因となりうる損傷形態に関する発生要因等の分析/国立研究開発法人 土木研究所 [正] 飯島 翔一・引弓 英大・石原 大作・七澤 利明
VI-180 三隅・益田道路における橋梁・トンネル設計のマネジメントについて/国土交通省中国地方整備局浜田河川国道事務所 [正] 川井 啓永・松本 治男・児玉 克史
VI-181 CIMデータの運用に関する一考察/熊本大学大学院自然科学研究科 [学] 川崎 仁美・小林 一郎・藤田 陽一
VI-182 係留施設の効率的な維持管理のための点検診断システムの開発/SCOPE [正] 兵頭 武志・岩波 光保・西原 孝仁・末村 経・北里 新一郎

■10:40~12:00 建設マネジメント(2) / 座長:小濱 健吾

- VI-183 淡路島沿岸神社における南海トラフ地震の津波被災リスク/神戸市立工業高等専門学校 [正] 宇野 宏司・高田 知紀・辻本 剛三・柿木 哲哉
VI-184 山田町震災復興事業におけるアットリスク型CM方式の適用事例/大林組 [正] 西彰一・若原 史宏・國澤 正明・大田 悟

プレストレス低下によるポストテンション単純T桁橋の健全性に関する検討

東京地下鉄株式会社 正会員 ○柳沢有一郎, 非会員 小柴 康平, 亀井 啓太, 保栖 重夫
株式会社 CORE 技術研究所 正会員 西 弘, 小椋 紀彦, 橋本 達朗, 非会員 益村 拓朗

1. はじめに

東京地下鉄株式会社(以下,東京メトロと称す)では,現在,営業線約195kmのうちトンネルが85%程度を占め,残り15%の地上構造物のうち9%(17.4km)がポストテンション方式単純T桁橋(以下,PCT桁橋と称す)である.東京メトロのPCT桁橋の特徴は,昭和40年代に建設されている高架橋が多く市街地に隣接している.主ケーブルには上縁定着方式のPC鋼線が採用されており,幅員が4.5m程度であることから横締めケーブルにはPC鋼棒が使用されている.これらのPC鋼材が破断すると,第三者災害を引き起こす可能性があるばかりでなく,部材の耐荷性能の低下にも繋がる.以上から,現在,PCT桁橋を多く保有している東西線では,予防保全として,主ケーブルと横締めケーブルのPCグラウト充填度調査,横締め突出防止,表面保護工等の工事を実施している.一方,リスクマネジメントの一つとして,仮にPCT桁橋のPC鋼材が破断に至った場合,どの部位に変状が生じるかを把握し,点検時においても速やかに判断する必要がある.そのため,今後の維持管理の指標として,3次元FEM解析を用い,プレストレス低下によるPCT桁橋の健全性に関する解析的検討を行った.

2. 検討内容

2.1 検討対象橋梁

対象橋梁は東西線の標準桁「PCT桁橋(2主桁)」とし,建設当時の設計図書より設計荷重時に最も大きい断面力が生じている径間を選定した.橋梁諸元を表-1に示す.

表-1 橋梁諸元

構造形式	ポストテンション方式単純T桁橋(鉄道橋)
橋梁規模	橋長24.96m(支間長24.20m),幅員4.39m
斜 角	90°00'00"
活 荷 重	軸重16tf(列車荷重)
コンクリート	主桁 40N/mm ² , 床版・横桁 30N/mm ²
PC 鋼材	主方向 PC 鋼線 SWPR 12 φ 7mm
	横方向 PC 鋼棒 SBPC110 φ 24mm
鉄 筋	主桁・床版・横桁 SR235

2.2 検討方法

検討方法は3次元ソリッドモデルによる線形FEM解析を用いた.主桁の検討ではプレストレスによる曲げ応力度の影響が大きい最下段の主ケーブルからプレストレス量を除去することとし,1ケーブル毎に除去していき,最大4ケーブルのプレストレス低下による主桁,床版,横桁の応力状態を検証した.主ケーブルのプレストレスを低下させていく主桁はG1桁を基本とし,G2桁が健全な場合と主ケーブル1本除去した場合を検討した(図-1).また,床版,横桁の横締めケーブルについてもプレストレス低下による検討を行った.

評価方法は死荷重時と設計荷重時における各部材の引張応力度が,コンクリート標準示方書の曲げひび割れ強度に達した時にひび割れが発生することとした.

2.3 解析モデル

解析モデルを図-1に示す.解析モデルは主桁および横組を構成した2主桁で,橋軸方向の対称性を考慮した支間1/2モデルとした.使用要素はコンクリートがソリッド要素,PCケーブル,鉄筋を埋込鉄筋要素とした.

解析ステップは建設当時の施工順序(主桁架設,横組工,橋面工,活荷重)を再現した.

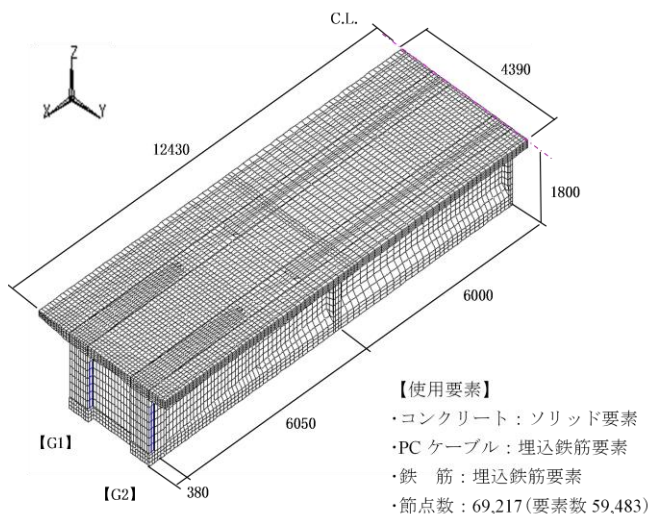


図-1 PCT 桁の解析モデル

キーワード ポストテンションT桁橋, グラウト充填不良, PC鋼材破断, ひび割れ, たわみ, 維持管理
連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野3丁目19番6号 東京地下鉄株式会社 TEL: 03-3837-7264

3. 検討結果

3.1 主桁のひび割れ

図-2にG1桁の主ケーブルのプレストレス低下による支間中央部における主桁下縁応力度を示す。設計荷重時において、主ケーブルを3本除去した場合に主桁下縁には引張応力度 2.12N/mm²が生じ、曲げひび割れ強度の1.34N/mm²以上の引張応力度が発生する。さらに、主ケーブルを4本除去すると3.00N/mm²が生じ、コンクリート引張強度の2.69N/mm²以上となる。

死荷重時においては、G1桁の主ケーブルを9本除去すると、支間中央部において主桁下縁に曲げひび割れ強度以上の引張応力度が発生し、主ケーブルを10本除去するとコンクリート引張強度以上となる。

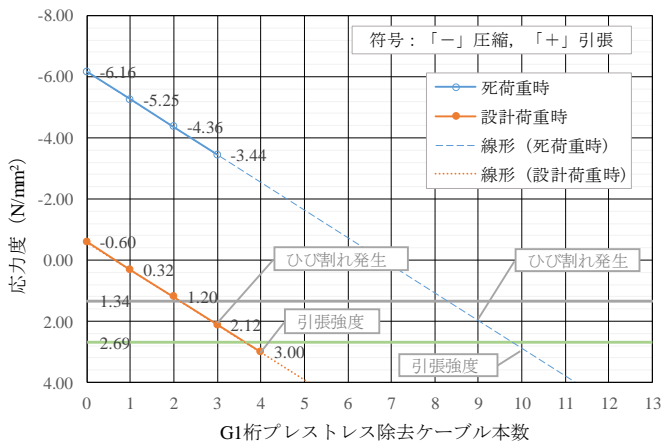


図-2 G1桁の主桁下縁応力度

表-2にG2桁が健全な場合と主ケーブルを1本除去した場合の検討結果を示す。主桁にひび割れ等が生じる事象は、1径間当り(2主桁)の主ケーブル除去本数が同じ場合、ほぼ同様なタイミングで発生する結果となった。

表-2 ひび割れ発生強度に達する主ケーブルの除去本数

項目	死荷重時		設計荷重時	
	G2桁健全	G2桁1本除去	G2桁健全	G2桁1本除去
ひび割れ強度	9本	9本	3本	3本
引張強度	10本	10本	4本	5本

【凡例】

- ひび割れ強度 $f_{bc} = 1.34 \text{ N/mm}^2$ (40 N/mm^2 $h = 1.80 \text{ m}$)
- 引張強度 $f_{tk} = 0.23 \times 40.0^2 = 2.69 \text{ N/mm}^2$
- G2健全: G2桁が健全でG1桁の主ケーブルを1本毎除去したケース
- G21本除去: G2桁の主ケーブルを1本除去しG1桁を1本毎除去したケース

3.2 横桁のひび割れ

上部工の挙動は、主ケーブルのプレストレス低下によりG1桁の支間中央部がたわみ、主桁と横桁にねじりが生じることで、主桁と端部横桁、中間横桁の接続部に橋

軸直角方向の引張力が発生する(図-3)。そのため、死荷重時においては、端部横桁でケーブル2本除去、中間横桁では主ケーブル3本除去で曲げひび割れ強度以上の引張応力度が発生する結果となった。

3.3 変位

図-3にG2桁は健全でG1桁の主ケーブルを4本除去した場合の鉛直変位を示す。G1桁の支間中央部で「-4.17~-4.79mm」の鉛直変位が発生していることから、主ケーブル1本除去当り1mm程度の鉛直変位が生じることが判った。

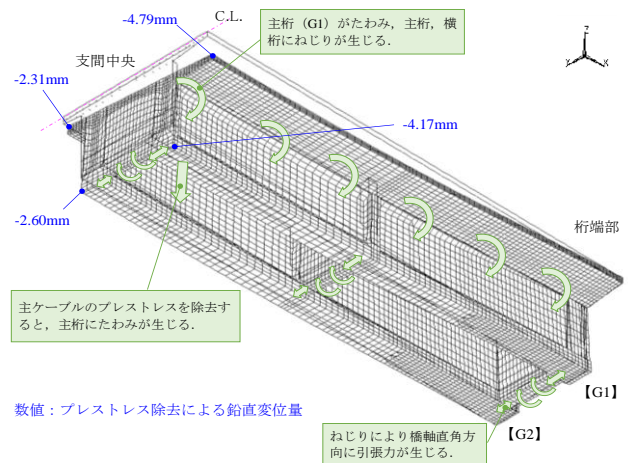


図-3 G1桁主ケーブル4本除去による鉛直変位

4. まとめ

- 上部工の挙動は、主ケーブルのプレストレス除去によりG1桁の支間中央部がたわみ、主桁と横桁の接続部にひび割れが生じる。その後、除去本数の増加に伴い支間中央部の主桁下縁に曲げひび割れが生じる。
- 今回の検討の結果、①主ケーブルが2本破断した場合、死荷重時に主桁と横桁の接続部にひび割れが発生する。この時、主桁に曲げひび割れは生じていない。②主ケーブルが3本破断し、列車荷重が載荷されると主桁の支間中央部にひび割れが発生する。そのため、主桁の曲げひび割れが認められた場合は、速やかに詳細調査による原因を究明して、列車運行停止の準備を行うとともに耐荷性能を回復するための補強の検討が必要となる。
- 径間当りの主ケーブルを1本除去する毎に1mm程度のたわみが主桁の支間中央部で生じることから、高感度の計測機器等を用いると上部工の健全度がモニタリングできる可能性があることが判った。
- 今後、定期点検の結果を利用して断面欠損等の剛性低下を評価した上部工の健全性を検討し、実情にあった維持管理の指標の整理とデータ蓄積を行う予定である。