

平成 22 年 5 月 10 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20760295

研究課題名 (和文)

鋼とコンクリートの境界部における鋼材腐食量推定法と鋼トラス橋の健全度評価

研究課題名 (英文)

Health Evaluation of Steel Members Embedded in Concrete

研究代表者

内藤 英樹 (NAITO HIDEKI)

東北大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：50361142

研究成果の概要 (和文)：

近年、鋼トラス橋の斜材がコンクリート床版に埋め込まれる接合箇所において、鋼材腐食が顕在化している事例が報告されている。本研究では、振動試験に基づく点検手法を提示するための基礎的検討として、H形鋼をコンクリートに埋め込んだ鋼コンクリート接合部の供試体を作製し、コンクリート境界部の鋼材腐食量 (電食時間) と減衰定数との関係を整理した。その結果、減衰定数が2～3%程度に達すると減衰定数が健全時と比較して10～40%程度増加する傾向が見られた。

研究成果の概要 (英文)：

The steel corrosion on the boundary with concrete slab in steel truss bridges is reported. In this study, the specimens with H-shaped steel embedded in concrete imitated to the steel-concrete joint of truss bridge were damaged by corrosion to obtain the relationship of corrosion and damping factor. The forced vibration tests using vibration exciter were conducted. As the experimental results, it was shown that damping factor of steel members was gained by steel corrosion between steel and concrete boundary.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：鋼コンクリート合成構造、鋼材腐食、非破壊検査、振動特性、減衰定数

## 1. 研究開始当初の背景

橋梁や住宅あるいは道路付属物など、鋼材をコンクリートに埋め込んだ構造部材が多く見られる。近年、このような鋼とコンクリート境界部における鋼材腐食が顕在化

しており、2007年には木曾川大橋や本荘大橋などの鋼トラス橋において、鋼材腐食によるトラス部材の破断事故も報告されている。数多く存在する同種の橋梁の早期一斉点検を可能とするため、コンクリート床版を除去

することなく鋼材腐食量を推定できる，簡便な非破壊検査法の開発が望まれる．

## 2. 研究の目的

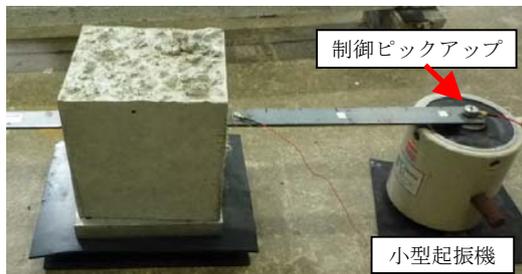
本研究では，簡便な振動試験によってコンクリート内部の鋼材腐食量を推定できる点検手法を開発する．また，この試験方法から推定される鋼材腐食量に対して，劣化部材の構造性能（剛性・耐荷力・変形性能）を明らかにし，構造物の安全性や補修・補強の緊急性を即時に判断できる点検手法に発展させる．

## 3. 研究の方法

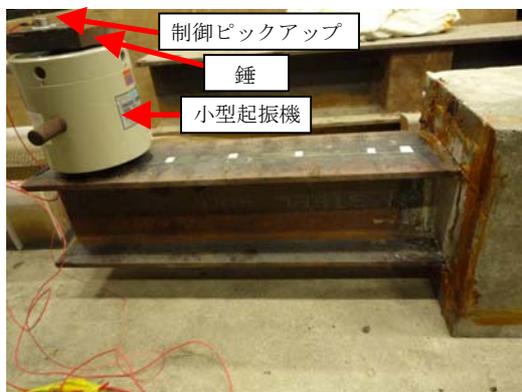
- (1) 運搬可能な小型起振機を用いた構造部材の周波数スイープ試験を考案する．
- (2) 鋼板および H 形鋼をコンクリートに埋め込んだ 2 種類の接合部供試体を作製し，電食による鋼材腐食量と振動特性（固有振動数と減衰定数）との関係を整理する．
- (3) 劣化部材の載荷試験を行い，鋼材腐食量と構造性能との関係を整理する．
- (4) 上記 (1)～(3) をまとめ，振動試験に基づく鋼材腐食量の推定手法および構造性能評価法を提示する．

## 4. 研究成果

- (1) 重さ 10kg 程度の小型起振機を用いた周波数スイープ試験を提示した（図-1 および図-2 参照）．また，FEM 解析との比較により，提案手法は接合部供試体の振動特性を精緻に評価できることを確認した（図-3 参照）．



(a) 鋼板供試体



(b) H 形鋼供試体

図-1 共鳴振動試験の状況

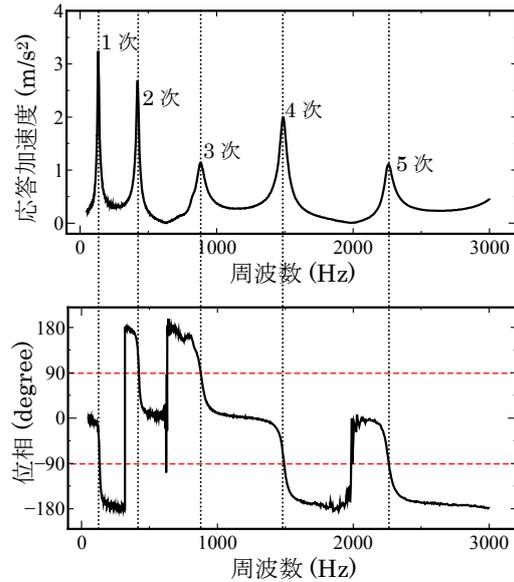


図-2 鋼板供試体の共振曲線

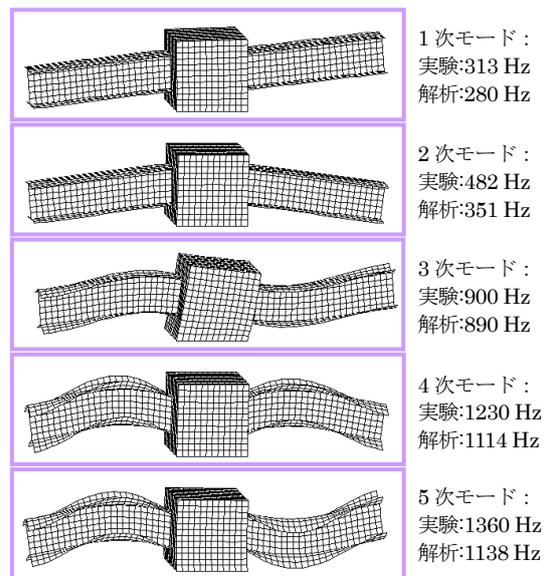
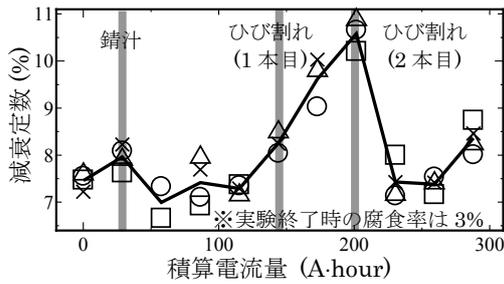
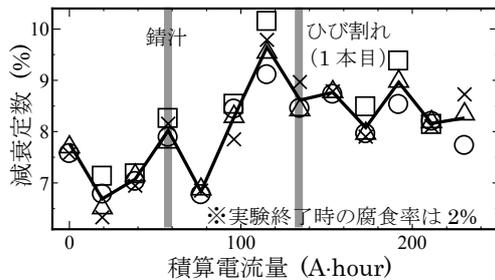


図-3 H 形鋼供試体の振動モード

- (2) 鋼板を用いた接合部供試体では鋼材腐食による振動特性の変化に特定の傾向を見出すことはできなかった．一方，メカニズムは明らかではないが，H 形鋼を用いた接合部供試体では，鋼材腐食率が 2～3% 程度（積算電流量：100～200A・hour）に達すると，減衰定数が健全時と比較して 10～40% 程度増加する傾向が見られた．（図-4 参照）



(a) No.1 供試体 (H 形鋼)



(b) No.2 供試体 (H 形鋼)

図-4 鋼材腐食に伴う減衰定数の変化

(3) 劣化部材 (H 形鋼) の静的曲げ試験により、鋼材腐食率が 2~3% 程度ならば部材の構造性能はほとんど低下しないことを確認した (図-5 参照)。

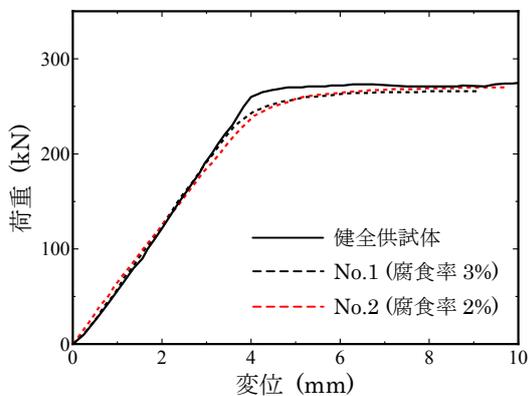


図-5 荷重-変位関係

(4) 以上より、小型起振機を用いた振動試験によって、構造性能の低下が生じる前段階 (鋼材腐食率 2~3% 程度) での H 形鋼とコンクリート境界部の点検が可能になると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 11 件)

1. 鈴木基行, 岩城一郎, 上原子晶久, 内藤英樹, 久田真, 鶴田浩章, 佐々木暢智, 千葉陽子: 著しい塩害を受けたPC橋の静的載荷試験, 土木学会論文集E, 2010年, 査読有り, 掲載決定
2. Hideki Naito, Mitsuyoshi Akiyama and Motoyuki Suzuki: DUCTILITY EVALUATION OF CONCRETE-ENCASED STEEL BRIDGE PIERS SUBJECTED TO LATERAL CYCLIC LOADING, Journal of Bridge Engineering, ASCE, 2010年, 査読有り, 掲載決定
3. 伊東知哉, 内藤英樹, 阿部遼太, 鈴木基行: 鋼とコンクリート境界部の鋼材腐食と振動特性に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 32, 2010年, 査読有り, 掲載決定
4. 齊木佑介, 内藤英樹, 平岡拓朗, 鈴木基行: 共鳴振動法によるコンクリート内部の損傷評価, コンクリート工学年次論文集, Vol. 32, 2010年, 査読有り, 掲載決定
5. 大竹雄介, 内藤英樹, 中野聡, 鈴木基行: 小型起振機を用いたコンクリート橋の強制振動試験, コンクリート工学年次論文集, Vol. 32, 2010年, 査読有り, 掲載決定
6. 内藤英樹, 山洞晃一, 古賀秀幸, 鈴木基行: 凍結融解作用を受けた繊維補強コンクリートの引張特性, コンクリート工学年次論文集, Vol. 32, 2010年, 査読有り, 掲載決定
7. 内藤英樹, 山洞晃一, 古賀秀幸, 鈴木基行: 初期ひび割れを有する繊維補強コンクリートの凍結融解試験, コンクリート工学年次論文集, Vol. 31, No. 1, pp. 1135-1140, 2009年, 査読有り
8. H. Naito and M. Suzuki: Static Loading Test of a PC Bridge Damaged in a Coastal Environment, Proceedings of the Tenth International Conference on Structural Safety and Reliability, Vol. 10, pp. 633-639, 2009年, 査読有り
9. 秋山充良, 内藤英樹, 小野潔, 白濱永才, 松本大輔, 鈴木基行: コンクリート充填スパイラル鋼管柱の一軸圧縮特性および鋼管により横拘束されるコンクリートの平均化応力-ひずみ関係, 土木学会論文集E, Vol. 65, No. 4, pp. 548-563, 2009年, 査読有り
10. 内藤英樹, 山洞晃一, 古賀秀幸, 鈴木基行: 初期ひび割れを有するコンクリートの凍結融解抵抗性, コンクリート工学年次論文集, Vol. 30, No. 1, pp. 915-920, 2008年, 査読有り
11. 秋山充良, 松崎裕, 佐藤広和, 内藤英樹, 鈴木基行: 塩害環境下にあるRC橋脚の耐震安全性確保の観点から定めた限界鉄筋

腐食量とその耐久設計法に関する確率論的考察, 土木学会論文集E, Vol. 64, No. 4, pp. 541-559, 2008年, 査読有り

[学会発表] (計 14 件)

1. 伊東知哉: 共鳴振動試験を用いた鋼とコンクリート境界部の健全度評価, 土木学会第 64 回年次学術講演会, 2009 年 9 月 4 日, 福岡
2. 林弘: 共鳴振動試験によるコンクリートのひび割れ深さの推定, 土木学会第 64 回年次学術講演会, 2009 年 9 月 4 日, 福岡
3. 齊木佑介: ポリプロピレン繊維を用いた繊維補強コンクリートの凍結融解試験, 土木学会第 64 回年次学術講演会, 2009 年 9 月 4 日, 福岡
4. 大竹雄介: 共振特性に着目した RC 部材の剛性分布の推定, 土木学会第 64 回年次学術講演会, 2009 年 9 月 2 日, 福岡
5. 松崎裕: 塩害環境下にある RC 橋脚の耐震安全性を考慮した鉄筋腐食の限界状態設定に関する研究, 土木学会第 64 回年次学術講演会, 2009 年 9 月 2 日, 福岡
6. 内藤英樹: 鋼とコンクリートの境界部に生じる鋼材腐食に関する研究, 土木学会東北支部技術研究発表会, 2009 年 3 月 7 日, 多賀城
7. 大竹雄介: 共鳴振動法を用いたはり部材の剛性分布の推定, 土木学会東北支部技術研究発表会, 2009 年 3 月 7 日, 多賀城
8. 齊木佑介: 初期ひび割れを有する繊維補強コンクリートの凍結融解試験, 土木学会東北支部技術研究発表会, 2009 年 3 月 7 日, 多賀城
9. Hideki NAITO: DAMAGE PREDICTION FOR RC AND SRC COLUMNS BASED ON THE BUCKLING ANALYSIS OF REINFORCED BARS, 韓国防災学会, 2009 年 2 月 27 日, ソウル
10. Hideki NAITO: DAMAGE PREDICTION FOR CONCRETE-ENCASED STEEL PIERS SUBJECTED TO LATERAL CYCLIC LOADING, The 14th World Conference on Earthquake Engineering, 2008 年 10 月 14 日, 北京
11. 伊東知哉: 凍結融解作用を受けるコンクリートのひび割れ進展モデル, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 2008 年 9 月 12 日, 仙台
12. 内藤英樹: 軸方向鉄筋および H 形鋼の局部座屈を考慮した SRC 橋脚の地震応答解析, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 2008 年 9 月 11 日, 仙台
13. 猪股右樹: 塩害による鉄筋腐食が生じた RC 橋脚の耐震信頼性評価, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 2008 年 9 月 10 日, 仙台
14. 山口恭平: コンクリート充填スパイラル鋼管柱の一軸圧縮実験, 土木学会第 63 回年

次学術講演会, 2008 年 9 月 10 日, 仙台

ホームページ等

<http://db.tohoku.ac.jp/whois/detail/14f0f97ac60a1d0122602353f9eafe80.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

内藤 英樹 (NAITO HIDEKI)  
東北大学・大学院工学研究科・助教  
研究者番号: 503611423

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号: