

実在する高架橋の景観に配慮した耐震補修

○ 株式会社 サクラダ 正会員 瀬尾 高宏
株式会社 サクラダ 生出 典幸

1. はじめに 橋桁の落下など橋梁構造物へ未曾有の被害をもたらした兵庫県南部地震を受けて、首都高速道路公団では平成7年より全ての既設橋梁構造物を対象とした支承部の耐震補修工事を行ってきた。首都高速9号深川線を対象とした耐震補修工事¹⁾では昭和54年度土木学会田中賞を受賞した辰巳高架橋が施工範囲に含まれていた。そこで耐震補修設計では建設時に優れた構造物として評価された辰巳高架橋の景観へ配慮をすることとした。

本報告では景観へ配慮した耐震補修設計の概要について述べる。またフラクタル次元(以下,FD次元)による形態の定量的解析を行い耐震補修後の影響について調査し、その結果を報告するものである。

2. 辰巳高架橋 東京都江東区界限に位置する首都高速道路9号深川線の辰巳JCT付近に辰巳高架橋が建設されている。建設当時の辰巳高架橋の計画⁶⁾では大規模な団地が近辺にあるため生活環境に配慮していたことが分っている。また箱桁をY脚上に配置し張出し長を大きくとることで圧迫感を減少させ、排水管等の付属物が与える高架橋下面の複雑さを避けるため化粧板で覆い景観上の配慮を行っていた。図2.1には辰巳高架橋の写真を示した。JCTが近いために橋桁の構造高が上下するがY脚と橋桁で構成される▽形状を一定に保ち柱部で高さを調整し景観上の不揃いを避けていることが図2.1からもわかる。



図2.1 辰巳高架橋

3. 耐震補修の概要 辰巳高架橋は桁脚剛構造で2～3径間を1構造体として建設されており、その構造体の境では橋桁を掛違いとしタイプA支承で支持している構造である。耐震補修では既設のタイプA支承からタイプB支承への取替え、もしくは既設のタイプA支承に変位制限装置を設置し地震による損傷が橋として致命的とならない性能を確保しなくてはならない。辰巳高架橋では橋桁の掛違い箇所の作業スペースが狭い、ゆえに支承を取替えることが不可能であるため、変位制限装置を取付けることとした。また落橋防止装置については落橋に対する安全性能を確保できるPCケーブル形式を採用することとした。

4. 景観への配慮

(1) 変位制限装置 機能上、主桁の外面に部材を施工しなくてはならないため、歩行者や高架橋の下に位置する幹線道路を走る車から視認可能になる。そこで変位制限装置の部材を設計上できる限り小さく目立たないようにすること、構造景観に優れていると言われる構造上シンメトリー⁷⁾⁸⁾を確保し高架橋下面への複雑な印象を与えないようにした。

(2) 落橋防止装置 高架橋下面を覆う既設化粧板の中にPCケーブル取付け用部材を格納できるように設計した。その結果、歩行者や高架橋の下に位置する幹線道路を走る車から視認できなくなる。

5. FD次元による形態の定量的解析 近年、景観設計においてFD次元による定量的解析の適用に関する研究結果²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾が多数報告されている。本耐震補修においても設計上できる限り景観への配慮は行なったが、景観へどの程度の影響を与えているかは判断しかねる。そこでBox Counting法を用いたFD次元による形態の定量的解析を行った。

キーワード：耐震，補修，景観，フラクタル次元

連絡先：千葉県市川市二俣新町21 株式会社 サクラダ 設計部 TEL 047-328-3157 FAX 047-328-3156

5.1 FD 次元の解析手法

耐震補修工事が完了した辰巳高架橋に対し歩行者から視認できる位置を視点場としたデジタル写真を撮影し解析に用いた。その写真を Microsoft 社製表計算ソフト Excel に取込み、Excel が有しているオートシェイプ機能を用いて明瞭に認められる境界線を抽出し図 5.1、5.2 のような解析データを作成した。次に Excel のセルを $5 \times 5 \sim 100 \times 100$ pixel に変化させ、抽出した境界線を含んでいるセルの個数を調査することで、Box Counting 法を適用させた。

5.2 解析結果 図 5.1、5.2 に FD 次元(図中 D)の解析結果を示した。耐震補修の前後で FD 次元が下記のように変化した。

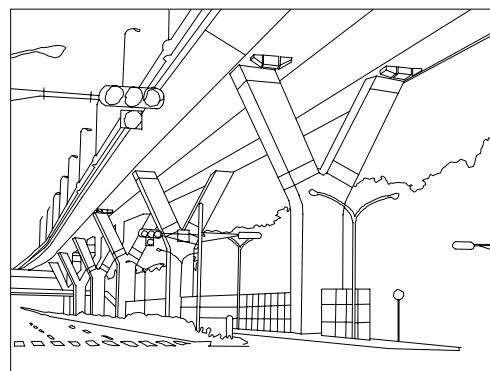


図 5.1 解析データ(1)とその結果

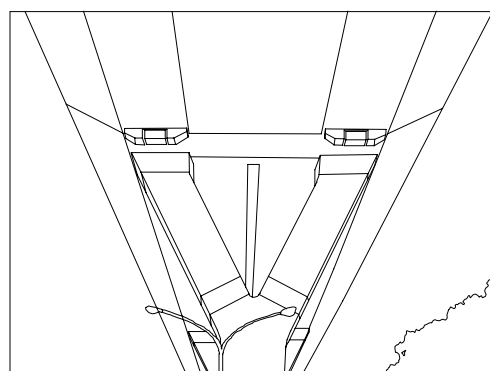
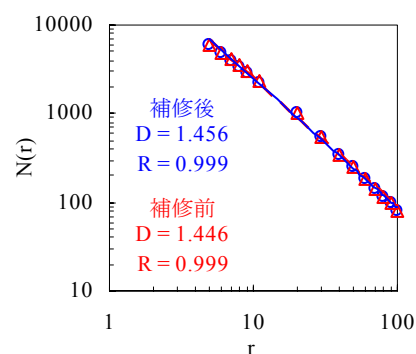
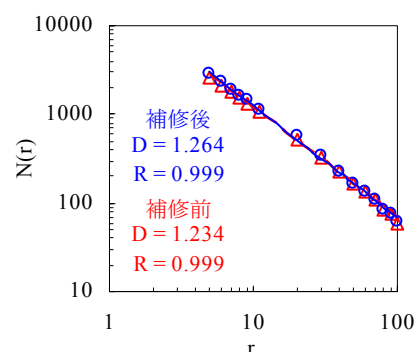


図 5.2 解析データ(2)とその結果



解析データ(1) 耐震補修前 D = 1.446
耐震補修後 D = 1.456
差 0.010

解析データ(2) 耐震補修前 D = 1.234
耐震補修後 D = 1.264
差 0.030

複雑さを表す指標といわれる FD 次元は当然のことながら、耐震補修前に比べ耐震補修後の方が増加することが分った。

5.3 過去の研究成果からの考察

五郎丸の研究²⁾³⁾⁴⁾では、解析結果がどれも 1.2~1.4 程度の値を有すること、また美しい橋と判断された画像に関しては FD 次元の増加が複雑さに関する意識評価の増加をもたらすことを報告している。深井・小幡の研究⁵⁾では、1.30~1.33 程度では景観意識評価が平均的であり、1.35~1.39 程度で良い評価が得られ、1.4 を超えると悪化する傾向があることを報告している。本研究における耐震補修の前後で増加した FD 次元の差は 0.03 程度であるため、上記に示した過去の研究成果と比較しても景観に酷く悪影響を与える程度のものではないと推定できる。

6. まとめ

補修部材を小さくするなど目立たなく設計すること、構造上シンメトリーを確保することで、建設当時に優れた構造物として評価された辰巳高架橋の景観に配慮した耐震補修設計を行うことができた。FD 次元による形態の定量的解析の結果においても、耐震補修の前後にて大きな影響を与えていないことが分った。また FD 次元による形態の定量的解析にて特別な画像解析ソフトを使用するのではなく、設計技術者が通常業務に使用している Excel を利用して算出することが可能であることを確認した。

参考文献 1) 瀬尾高宏,生出典幸他:高架橋 3km の耐震性向上工事,土木学会第 59 回年次学術講演集 VI,2004 2) 福島宏幸,五郎丸英博他:フラクタル次元と $1/f^\beta$ ノイズによる橋空間の解析,土木学会第 52 回年次学術講演集 I -A,pp704-705,1997 3) 瀬尾高宏,五郎丸英博他:フラクタル次元と $1/f^\beta$ ノイズによる橋空間の定量的評価,土木学会第 53 回年次学術講演集 I -A,pp556-557,1998 4) 寺澤朋代,五郎丸英博:フラクタル次元と $1/f^\beta$ ノイズによる橋空間の定量的評価,土木学会第 54 回年次学術講演集 I -A,pp208-209,1999 5) 深井隆史,小幡卓司他:フラクタル次元による橋梁景観の定量的解析に関する一考察,土木学会第 53 回年次学術講演集 I -A,pp554-555,1998 6) 首都高速道路編:首都高速道路の構造 7) 竹内敏雄:塔と橋,弘文堂,1971 8) D.P.ビルントン:塔と橋,鹿島出版会,2001