

施工後 39 年経過したあと施工樹脂アンカーの耐荷力に関する検討

(一財) 首都高速道路技術センター 正会員 ○張 広鋒 大宮 勲
 首都高速道路株式会社 正会員 石原 陽介 山本 一貴
 清水建設株式会社 正会員 林 大輔 原 紘一郎

1. はじめに

あと施工樹脂アンカーの長期耐久性は環境作用や荷重条件などに影響される。本研究では、あと施工樹脂アンカーの長期耐久性を検討するための資料収集として、首都高速道路の大規模更新による橋梁の撤去部材を用い、施工後 39 年経過したあと施工樹脂アンカーの耐力および破壊形態を実験的に検討した。

2. 実験概要

実験では、羽田線（東品川・鮫洲）更新工事において撤去された橋脚横梁の拡幅ブラケットを対象とした。対象のブラケットは、海上部に位置し、常時に荷重を受けない落橋防止装置である。図-1 にブラケットとアンカーの形状寸法を示す。アンカーは M22 のケミカルアンカーで、樹脂カプセルの材質は不飽和ポリエステル樹脂である。既設アンカーの引張耐力の劣化の有無を確認するために、撤去したコンクリートブロックに新規にアンカーを設置し、既設と新設アンカーの引張耐力や破壊形態の比較を行った。なお、既設アンカーに使用されていた樹脂カプセルは製造が終了していたため、新設アンカーには、後継品となる非スチレン系変性ビニルエステル樹脂を用いている樹脂カプセルを使用した。

アンカー単体の引張耐力、引張耐力に対する群効果およびせん断耐力を確認するために 3 種類の実験を実施した。表-1 に実験ケースの一覧を示す。図-2 に載荷方法の概要を示す。群効果の実験では、同時に 2 本を引張ることとした。せん断の実験では、載荷治具の関係上、供試体を天地逆転にして載荷を行った。本実験では、載荷荷重、アンカーの抜け出し量（単体：アンカー両側の 2 箇所を計測、群効果：治具四隅の 4 箇所を計測）、およびブラケット先端部の鉛直変位を計測した。

3. 実験結果および考察

図-3 に各実験ケースの荷重-変位関係を示す。グラフの横軸は、単体と群効果の場合はアンカーの抜け出し量の計測値の平均値、せん断の場合はブラケット先端部の鉛直変位である。せん断の実験では、ブラケットの回転によって載荷位置が少しずつ変化するため、載荷中に数回除荷してジャッキ位置を修正した。表-2 に各実験ケースの最大耐力、破壊形態および文献 1) に基づいた耐力の計算値を示す。文献 1) では、耐力の計算上の不確実性を配慮する部材係数 γ_b (1.1~1.6) で 95%信頼値を除いて設計耐力を求めるが、ここで、供試体の実

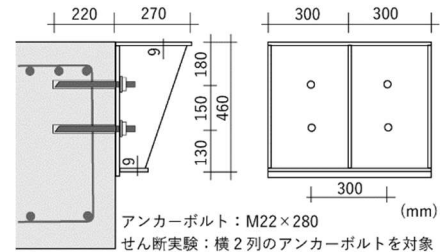


図-1 ブラケットとアンカーの形状寸法

表-1 実験ケース一覧

ケース	目的
既設-単, 3体	アンカー単体の引張
新設-単, 3体	耐力の確認
既設-群, 2体	引張耐力に対する群
新設-群, 2体	効果の確認
既設-せん断, 3体	せん断耐力の確認

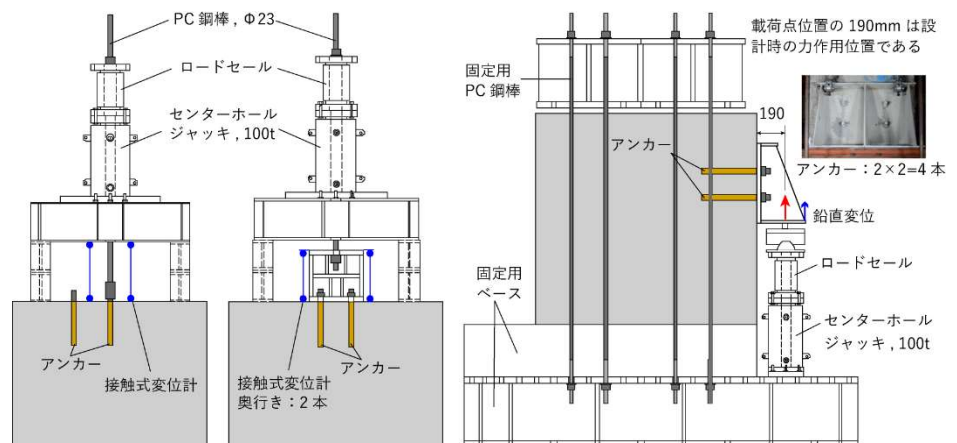


図-2 載荷方法（左：単体，中：群効果，右：せん断）

キーワード あと施工アンカー 耐荷力 損傷形態 劣化

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 (一財) 首都高速道路技術センター技術研究所 TEL 03-3578-5773

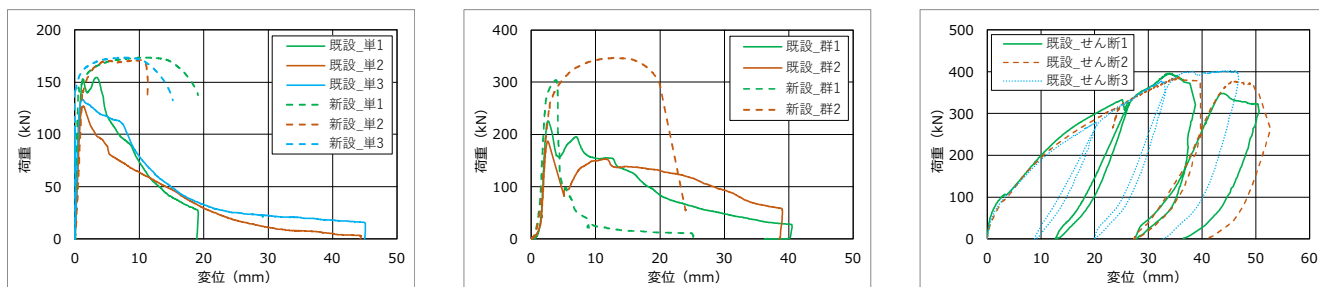


図-3 荷重-変位関係（左：単体，中：群効果，右：せん断）

表-2 実験結果

実験ケース	最大耐力 (kN)	破壊形態	耐力の計算値
既設-単1	154.4	複合破壊	軸引張力に対する耐力 (部材係数 $\gamma_b=1.0$) ・降伏耐力：71.2kN ・コーン破壊耐力：163.5kN ・付着耐力：155.2kN
既設-単2	127.1	複合破壊	
既設-単3	133.9	複合破壊	
新設-単1	173.3	アンカーボルト破断	軸引張力に対する耐力 (部材係数 $\gamma_b=1.0$) ・降伏耐力：71.2 × 2 = 142.4kN ・有効投影面積を考慮したコーン破壊耐力： 118.2 × 2 = 236.4kN ・付着耐力：155.2 × 2 = 310.4kN
新設-単2	171.0	複合破壊	
新設-単3	173.3	アンカーボルト破断	
既設-群1	225.6	左：付着破壊， 右：複合破壊	せん断力に対する耐力 (部材係数 $\gamma_b=1.0$) ・降伏耐力：51.2 × 4 = 204.8kN ・支圧破壊耐力：102.5 × 4 = 410.1kN
既設-群2	187.3	左，右：付着破壊	
新設-群1	304.3	コーン破壊	
新設-群2	346.2	アンカーボルト破断	
既設-せん断1	395.9	アンカーボルトの抜 け出し，ブラケットの	
既設-せん断2	388.4	せん断ずれ・回転	
既設-せん断3	404.0		

耐力を評価するために部材係数 γ_b を1.0とした。写真-1に破壊形態の代表例を示す。

引張実験の破壊形態については、新設アンカーでは複合破壊の新設-単2を除いてアンカーボルトの破断やコーン破壊であった。既設アンカーは、付着破壊や付着破壊とコーン破壊の複合破壊であった。また、最大耐力については、新設アンカーは、コーン破壊の新設-群1を除き、全ての実験ケースの最大耐力は付着耐力の計算値より大きい結果となった。これに対し、既設アンカーの最大耐力は付着耐力の計算値と同等（既設-単1）もしくはそれ以下である（最大耐力/付着耐力の計算値：0.60～0.99）。これらの結果より、既設アンカーは付着破壊が生じやすく、付着耐力も低いことが分かる。なお、既設アンカーのいずれの試験ケースにおいても、最大耐力は軸引張力に対する設計耐力（単体：71.2kN，群効果：142.4kN）を上回っており、耐力に問題がないと言える。

せん断実験の3ケースでは、反力の低下が確認された時点で加力を終了した。実験終了時には、写真-1に示すように、ブラケットの回転、アンカーの抜け出しやせん断変形、コンクリートのひび割れや浮きなどの損傷形態が確認された。3ケースの最大耐力は388.4kN～404.0kNであり、せん断力に対する設計耐力（降伏耐力204.8kN）を大きく上回っている。

5. まとめ

新設アンカーの実験結果や付着耐力の計算値との比較より、実験対象の施工後39年経過した既設アンカーの付着耐力は低下していることが認められた。今後、供試体の樹脂の加水分解を確認することを目的とした分析を行い、樹脂の劣化の有無や劣化状況を検討する予定である。

参考文献

- 1) (公社)土木学会：コンクリートのあと施工アンカー工法の設計・施工・維持管理指針（案），コンクリートライブラリー160，2022.01



写真-1 破壊状況