

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(株) 正会員 〇中村 尚武 正会員 川崎 廣貴
 同上 中川 浩 堀 隆一
 (一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 設楽 和久 正会員 榎園 正義

1. はじめに

従前のハンマ打撃の打音点検における、個人差のばらつきや定量的評価の困難さという課題を解決するため、中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京では、打音点検結果の工学的な数値化や可視化により、簡便で迅速にあと施工アンカーボルト(以下、ボルト)の健全度を評価できる打音点検手法を研究開発している¹⁾。この新規開発手法の実験対象として実構造物付帯設備のボルトを選択した場合には、その具体的な劣化状況が不明であり、コンクリートひび割れやボルト付着力などの欠陥による定量的なデータを得ることが困難なことから、健全度と打音点検結果との相関関係が明確にできないという課題がある。そこで、実構造物の欠陥部再現を模擬したボルト供試体を製作することとし、これを用いた打音点検データの取得と分析を行いながら、ボルト打音点検の健全度評価手法の確立に向けて取り組むこととした。

ここでは、実験的にボルト欠陥状態を再現すべく、ひび割れや付着劣化によってボルト強度低下を模擬した供試体を製作して、その引抜き試験によるボルト引張耐力傾向の考察を行ったので、その内容を報告する。

2. ボルト供試体の製作方法

ボルト供試体の製作では、トンネル覆工コンクリートや付帯設備取付けに採用のボルト仕様を反映し、普及度や実状に配慮して供試体の要求仕様を設定し、その上で強度低下因子を考慮している。

ボルトの種類は、写真-1 に示すケミカルアンカーとメカニカルアンカーの2種類とし、前者はガラスカップセルタイプ(ショートタイプ)でボルト回転埋込み方式、後者はホーク・カットアンカーで外筒体打込みの定着部拡径方式である。ボルト径はM10、M12、M16、M24の4種類、その材質は実物と同様のSUS304である。

表-1 にケミカル供試体、表-2 にメカニカル供試体の製作仕様を示す。ボルトの強度低下因子は、コンクリートひび割れと付着強度低下の条件を考慮している。ボルト近傍ひび割れの模擬は、幅 0.5mm のスリットを設け、その深度がボルト埋込長、長さがコーン破壊範囲以上とする。ケミカル供試体のスリット配置では、ボルト中心とボルト離隔 10mm の2種類の条件で設定する。スリットはコンクリート打設後、凝結がある程度進んだ状態で剥離剤塗布の仕切板(幅 0.5mm)を差し込み、その後に引抜いて設ける。付着強度は、引抜き試験によるボルト引張耐力の残存率をパラメータとし、ケミカルで 100%、60%、40%、15% の4水準、メカニカルで 100%、60%、40% の3水準を設定する。強度低下は、ケミカルボルトが薬液量を徐々に少なく調整することで、メカニカルボルトが標準よりやや長い穿孔長で外筒体拡径部のくさび貫入を短く設定する拡径長調整で行い、各残存強度の仕様となるようにしている。



(a)ケミカルアンカー (b)メカニカルアンカー
 写真-1 供試体用のアンカーボルト

表-1 ケミカル供試体の製作仕様

呼び径	ボルト引張耐力の残存率					
	健全	100%	60%	40%	15%	
		中心スリット	離隔スリット	スリットなし	スリットなし	スリットなし
M10	○	○	○	○	○	○
M12	○	○	○	○	○	○
M16	○	○	○	○	○	○
M24	○	○	○	○	○	○

表-2 メカニカル供試体の製作仕様

呼び径	ボルト引張耐力の残存率			
	健全	100%	60%	40%
		離隔スリット	スリットなし	スリットなし
M10	○	○	○	○
M12	○	○	○	○
M16	○	○	○	○
M24	○	○	○	○

スリットはコンクリート打設後、凝結がある程度進んだ状態で剥離剤塗布の仕切板(幅 0.5mm)を差し込み、その後に引抜いて設ける。付着強度は、引抜き試験によるボルト引張耐力の残存率をパラメータとし、ケミカルで 100%、60%、40%、15% の4水準、メカニカルで 100%、60%、40% の3水準を設定する。強度低下は、ケミカルボルトが薬液量を徐々に少なく調整することで、メカニカルボルトが標準よりやや長い穿孔長で外筒体拡径部のくさび貫入を短く設定する拡径長調整で行い、各残存強度の仕様となるようにしている。

ボルト設置のコンクリート体は圧縮強度 36N/mm²、形状を縦 1450×横 500×高 300mmとし、それにボルト供試体を4本設置している。ボルトは製作仕様毎に各3本としている。

キーワード : あと施工アンカーボルト, 点検, 健全度評価, 引張荷重, 強度低下, ひび割れ, 付着力
 連絡先 : 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 1-23-7 中日本ハイウェイエンジニアリング東京(株) TEL:03-5339-1717

3. 引抜き試験によるボルト引張耐力と考察

図-1 に、ケミカルボルトとメカニカルボルトのコンクリートひび割れ模擬のスリット影響を考慮した場合の引張耐力比とアンカーボルト径の関係を示す。ここで、引張耐力比は引張耐力残存率が 100%の健全な場合を 1.0 とし、各仕様毎の供試体 3 本の平均値を健全からの比で表している。同図のケミカルで、スリットをボルト中心に設置した中心スリットとスリットをボルト径端から 10mm 離隔に設置した離隔スリットの結果をもとに、その影響を比較すると、離隔スリットが中心スリットよりも強度低下が大きくなっている。これは離隔スリットの場合、ボルト離隔 10mm のスリットの影響により円錐形のコーン破壊形状の進展が部分的に阻害され、コンクリートの引張抵抗面積が低減したことによるものである。さらに、ボルト径が大きくなるほど長い付着長となり、破壊面の影響範囲が大きくなるため、スリット影響による耐力低下度は大きくなる。一方、メカニカルでは、ボルト径に応じた強度低下傾向が見られず、これは引抜き時の破壊形態の相違で生じたものと考えられる。

なお、実際の現場でもボルトからやや外れた位置にひび割れが存在する場合には、ボルト引張耐力の低下が大きくなる懸念されるので、この点に留意が必要と考える。

図-2 に、ケミカルの薬液量調整にて、標準よりもボルト付着長を徐々に小さくして引抜き試験した結果の、引張耐力比と付着長比の関係を示す。同図より、引張耐力は付着長に対応してほぼ線形に低下する傾向が得られた。このことから、薬液量調整によりケミカル供試体の作製が適当に実施できるものと考えられる。

図-3 に、メカニカルの拵径長調整にて、標準よりも外筒部拵径長を徐々に小さくして引抜き試験した結果の、引張耐力比と拵径長比の関係を示す。同図より、メカニカルについてもほぼ線形に低下する傾向が得られた。これより、メカニカルでは供試体の強度低下を拵径長調整にて行うのが適当と考える。

図-4 に、ケミカルのボルト 3 本の変動係数を引張耐力比とボルト径をパラメータにして示す。M10 と M12 は引張耐力比の大小によらず全般的に変動係数が大きく、バラツキが大きい傾向にある。一方、M16 と M24 は引張耐力比が 0.5 以上で変動係数が小さく、供試体のバラツキがかなり小さくなっている。これは、ボルト径が大きくなると付着長も長くなることから、これに対応する穿孔長のバラツキが相対的に小さくなるためと考えられる。

4. おわりに

本検討により、現場の強度低下割合をある程度考慮したボルト供試体の作製が可能となるとともに、これらの傾向も把握できた。今後は、このボルト供試体を用いて開発手法による非破壊試験データを収集・分析し、健全度評価の精度向上に役立たせるとともに、効率的で効果的な点検・診断技術に発展させたいと考える。

【参考文献】

- 1) 菅・川崎・堀・中川：アンカーボルト点検手法の開発-加速度計を用いた健全度評価法の検討-、土木学会第 69 回年次学術講演会、VI-475、平成 26 年 9 月

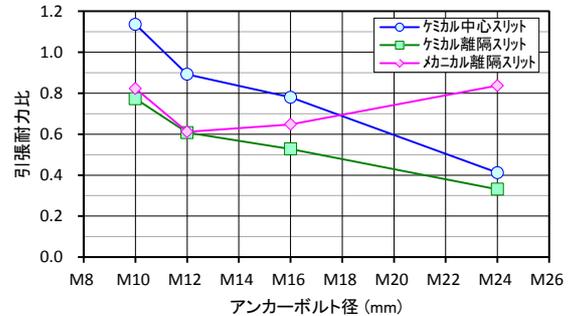


図-1 スリット影響による引張耐力比

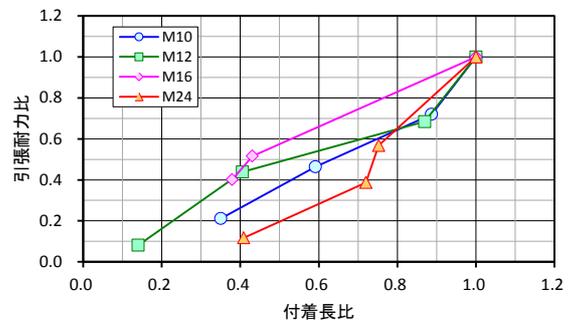


図-2 ケミカル供試体の引張耐力比と付着長比

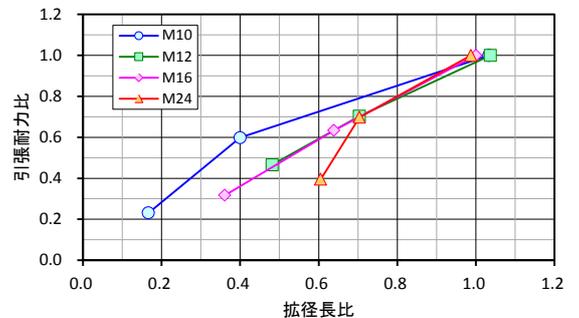


図-3 メカニカル供試体の引張耐力比と拵径長比

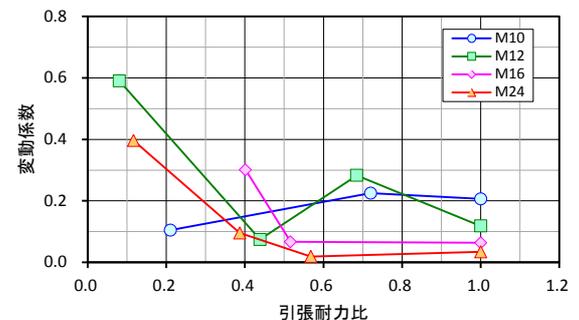


図-4 ケミカル供試体の変動係数と引張耐力比