

樋門コンクリートの凍害劣化点検手法に関する研究

(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 〇島多 昭典
(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 内藤 勲

1. はじめに

樋門の操作台や門柱のコンクリートは、拡張鋼板や防護柵、ゲートストッパー等の多くの付属物が拡張型の打込みアンカーで固定されており、積雪寒冷地では凍害劣化によると思われるアンカー付近の損傷事例も多い。しかしながら、このような付属物が設置されている樋門コンクリートの点検方法や調査手法は確立されておらず、特に、付属物下等の目視点検が難しい箇所写真-1のようにコンクリートが大きく劣化している事例もある。このような背景から、本調査は、樋門付属物自身が障害となり、その下のコンクリートの診断が困難な箇所における点検方法や調査手法の検討を目的とした。本報告では、樋門コンクリートの凍害劣化の程度と打込みアンカーの定着強度との関係に着目し、樋門付属物のアンカーボルトのナット締付けトルクから樋門コンクリートの健全度を評価する点検・調査手法について、実際の構造物で試験調査した結果を報告する。



写真-1 付属物下のコンクリートの劣化

2. 調査概要

表-1 調査樋門と付属物の状況、調査項目

調査方法は、樋門コンクリートに実際に設置されている付属物の拡張型打込みアンカーを対象に、ナット締付け型のアンカー引抜き試験機とトルクレンチを用いて、アンカー定着強度とナット締付けトルク値（以下、トルク値）を求め、さらに、調査したアンカー付近のコンクリートにおいて、表面走査法による超音波測定を行い、コンクリートの凍害劣化深さと相対動弾性係数を算出した。表-1 に調査した樋門と付属物の状況、調査項目を示す。

	完成年度	測定場所 (付属物設置年度)	劣化損傷状況	アンカー径	調査項目		
					トルク測定	引抜き強度確認試験	表面走査法
A樋門	S44	操作台拡張部(H17)	若干のスケーリング	M16	○	○	○
B樋門	S46	防護柵部(H20)	若干のスケーリング	M12	○	○	○
C樋門	S56	防護柵部(H25)	粗骨材の出る欠損	M12	○	○	○
D樋門	S55	防護柵部(H25)	スケーリングと欠損	M12	○	○	○
E樋門	S56	門柱L側ゲートストッパー部(H15)	豆板とひび割れ	M12	○	—	○
F樋門	S52	門柱L側ゲートストッパー部①(H10)	スケーリングとひび割れ	M12	○	—	○
		門柱R側ゲートストッパー部②(H10)		M12	○	—	○

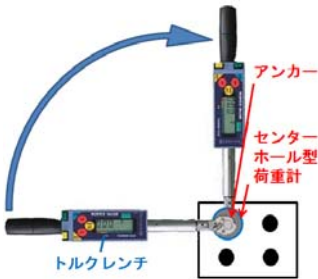


図-1 イメージ図

2. 1 アンカー引抜き強さとトルクの確認試験

測定に使用した機器は、センターホール型荷重計によりナットの締付け反力で測定するアンカー引抜き試験器（電気式非破壊試験器）とデジタル式トルクレンチを用いた。測定方法は、打込みアンカーにセンターホール型荷重計を設置し、トルクレンチで専用ナットを締付け、引抜き強さとトルクを同時に計測し、計測した値は、接続した記録計に0.001秒毎記録される。図-1にアンカー引抜き強さとトルク値の確認試験のイメージ図を示す。

2. 2 超音波・表面走査法

既往研究¹⁾を参考に、調査アンカー付近のコンクリートの表面を超音波の表面走査法で測定した。劣化評価は、送受振子を5cm間隔で移動させて超音波伝播速度を測定し、劣化層の厚さtと相対動弾性係数REを式(1)、式(2)で算出した。

$$t = \frac{X_0}{2} \sqrt{\frac{V_s - V_d}{V_s + V_d}} \quad (1)$$

$$RE = 21.7 \cdot X^{-0.81} \quad (2)$$

※X₀：原点から変曲点までの距離
V_d：劣化層の伝播速度、V_s：健全層の伝播速度
X：表面走査法によるグラフの傾き（1もしくは2）

キーワード 樋門コンクリート、付属物、凍害劣化、打込みアンカー、トルク値
連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 TEL:011-841-1719 FAX:011-837-8165

3. 実験結果

3. 1 アンカー引抜き強さとトルク、相対動弾性係数の関係

図-2 に、アンカー引抜き強さの最大荷重と最大トルク値の関係を示す。A 樋門のアンカー径は他とは異なるが、引抜き強さとトルク値には比例関係が確認できた。図-3 に、B 樋門と D 樋門の時間毎の引抜き荷重とトルク値を示す。B 樋門は、荷重もトルク値も比較的短い時間で増加し、一般的な最大引張荷重(約 17kN : カタログ値)まで到達した。一方の D 樋門は、荷重もトルク値も増加が途中でなくなり、最大引張荷重まで到達しなかつた。なお、グラフにおいて、トルク値が 0 に戻って増減するのは、手動式のために連続した締付けが出来ないからである。また、アンカー引抜き試験器は、予めアンカー径に合わせた最大引張荷重以上は測定出来ない設定であり、D 樋門のように最大値まで到達しなかったケースでは、最大トルク値が減少した時点で測定終了とした。図-4 に、B 樋門と D 樋門のアンカー深さと相対動弾性係数との関係を示す。B 樋門は相対動弾性係数 50~80%に定着しているのに対し、D 樋門は 20~30%程度の低い相対動弾性係数に定着している。相対動弾性係数は一般に 60%を下回ると凍害劣化によりコンクリートの圧縮強度が低下するため、D 樋門は劣化層にアンカーが定着していると言える。このことから、D 樋門のトルク値が増加しなかったのは、コンクリートが凍害劣化により脆弱化していたためと考えられる。図-5 に、最大トルク値と相対動弾性係数の関係を示す。最大トルク値が低いと相対動弾性係数も低くなり、両者には一定の相関があることがわかった。

図-2 に、アンカー引抜き強さの最大荷重と最大トルク値の関係を示す。A 樋門のアンカー径は他とは異なるが、引抜き強さとトルク値には比例関係が確認できた。図-3 に、B 樋門と D 樋門の時間毎の引抜き荷重とトルク値を示す。B 樋門は、荷重もトルク値も比較的短い時間で増加し、一般的な最大引張荷重(約 17kN : カタログ値)まで到達した。一方の D 樋門は、荷重もトルク値も増加が途中でなくなり、最大引張荷重まで到達しなかつた。なお、グラフにおいて、トルク値が 0 に戻って増減するのは、手動式のために連続した締付けが出来ないからである。また、アンカー引抜き試験器は、予めアンカー径に合わせた最大引張荷重以上は測定出来ない設定であり、D 樋門のように最大値まで到達しなかったケースでは、最大トルク値が減少した時点で測定終了とした。図-4 に、B 樋門と D 樋門のアンカー深さと相対動弾性係数との関係を示す。B 樋門は相対動弾性係数 50~80%に定着しているのに対し、D 樋門は 20~30%程度の低い相対動弾性係数に定着している。相対動弾性係数は一般に 60%を下回ると凍害劣化によりコンクリートの圧縮強度が低下するため、D 樋門は劣化層にアンカーが定着していると言える。このことから、D 樋門のトルク値が増加しなかったのは、コンクリートが凍害劣化により脆弱化していたためと考えられる。図-5 に、最大トルク値と相対動弾性係数の関係を示す。最大トルク値が低いと相対動弾性係数も低くなり、両者には一定の相関があることがわかった。

3. 2 点検・調査手法としての適用性

上記の調査結果から、樋門コンクリートの凍害劣化の程度を付属物アンカーのトルク値で点検する手法の適用性について考察する。これまでの樋門コンクリートの点検では、目視による外観調査が主であり、付属物アンカーのナットの緩み等の確認はほとんど行われない。今回の結果において、付属物アンカーのトルク値は、樋門コンクリートの凍害劣化程度を判断する材料として有効であり、付属物下の診断出来ないコンクリートの劣化程度を簡易的に調査することが可能である。さらに、トルクレンチを用いた調査は、簡易で短時間の作業であることから、定期点検時にも十分実施可能であると考えられる。また、今回の現地調査時に、ナットが緩んだ箇所もあったことから、今後の定期点検において、ナットの緩み確認や締付けを兼ねて、トルク値を測定する点検手法を活用することは、樋門付属物周辺のコンクリートの健全度確認に有効であると思われる。

今後、調査事例数を増やし、室内試験等による検証も行い、調査精度の向上を図りたい。

参考文献

- 1) 遠藤裕丈ほか:コンクリート部材の凍害診断への表面走査法の適用に関する研究、第 55 回北海道開発技術研究発表会、2012.2

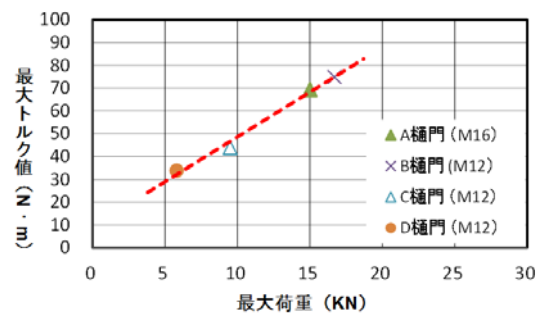


図-2 イメージ図

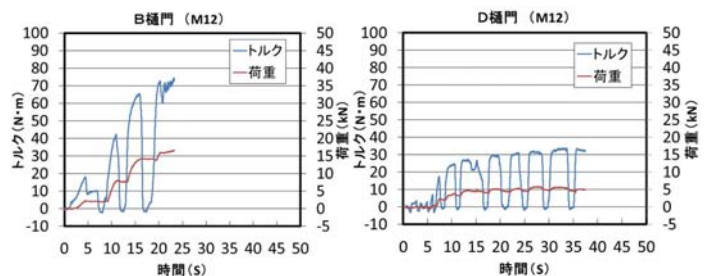


図-3 時間毎の荷重とトルク値の関係

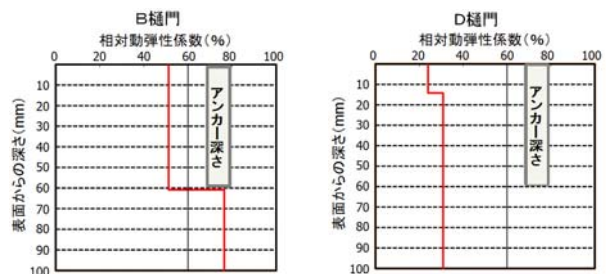


図-4 アンカー深さと相対動弾性係数の関係

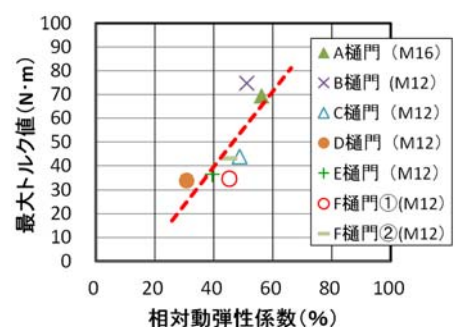


図-5 最大トルク値と相対動弾性係数