

暴露試験 19 年目における初代十勝大橋桁コンクリートの性状評価

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○吉田 行, 正会員 嶋田 久俊, 正会員 島多 昭典

1. はじめに

初代十勝大橋は、供用後 55 年経過した 1996 年に治水上の理由により解体されたが、AE 剤未使用で極低温環境下に曝されながらも健全な状態を保持していたことから、建設時から 200 年にわたる長期暴露試験が計画・実施されている。本報では、解体時に行われた一次調査（建設後 55 年）から 19 年経過（建設後 74 年）時に実施した試験調査から、現時点におけるコンクリートの性状を評価した。

2. 試験調査概要

初代十勝大橋コンクリートの暴露状況を写真-1 に示す。暴露試験では、雨水や積雪等の影響の有無について検討するために、屋根なし、屋根あり（写真-1 暴露試験体の奥側）としている。各試験用の供試体は、写真-2 のように各暴露箇所（屋根なし、屋根あり）と高さ方向の各部位（上部、中部、下部）から直径 15cm、長さ 78cm の貫通コア供試体を 1 個ずつ（計 6 個）採取した。なお、これまでの調査では、写真-2 に示した表側から採取した長さ 40cm 程度のコアで試験してきたが、表側は北西に面しており、日射の影響を考慮する観点から、裏側についても調査した。

採取したコアは、写真-3 のように、表面を含む両端部 5cm をコンクリートカッターで切断し、中性化深さを測定した。中性化深さは、JIS A 1152 に準拠し、1 供試体あたり 10 測点の平均値で評価した。続けて $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 供試体を切り出し、圧縮強度および静弾性係数を測定した。静弾性係数測定は、一次調査時には、ひずみゲージの貼付けにより行われたが、それ以降はコンプレッソメータを使用している。

併せて、表面からの深さ方向の品質確認のために、水銀圧入法によりコンクリートの細孔径分布を測定した。なお、一次調査では不溶解残分量が測定されていないため、暴露 19 年目の不溶解残分量の平均値により一次調査値を仮定的に補正して評価した。

3. 圧縮強度と静弾性係数

図-1 に圧縮強度の経年変化を示す。全体として、試験体上部より下部の方が強度は高く、ブリーディング等の影響が考えられる。表側の強度を同一部位（高さ）で比較すると、屋根なしの方が屋根ありよりも強度が高かった。また、経年的には、屋根なしで暴露 15 年（建設後 70 年）までは概ね増加の傾向を示したが、暴露 19 年（建設後 74 年）で若干低下し、特に裏側の強度は低かった。一方、屋根ありは上部を除き経年的な強度の増加はみられなかった。

図-2 に静弾性係数の経年変化を示す。表側コアの静弾性係数はほぼ同程度で推移し、経年的な変化は小さかった。しかし、強度



写真-1 暴露状況（苫小牧市美沢）

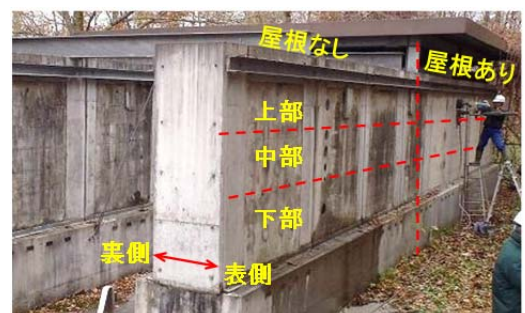


写真-2 コア採取状況

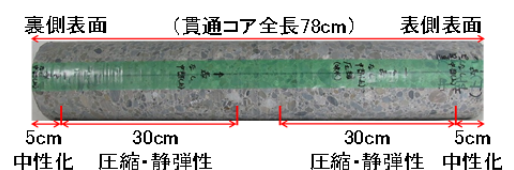


写真-3 コア切断状況

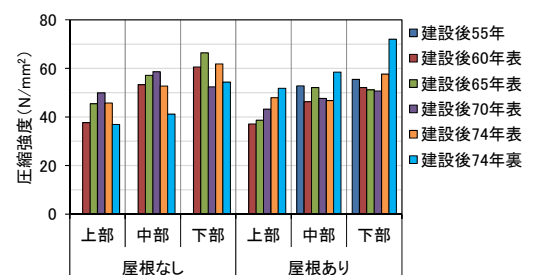


図-1 各部位の圧縮強度

キーワード 長期暴露試験, 圧縮強度, 中性化, 細孔構造

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 寒地土木研究所 耐寒材料チーム TEL: 011-841-1719

と同様、屋根なしの裏側は表側より小さい傾向があった。

屋根なしで確認された圧縮強度や静弾性係数の増加は、水分供給による未水和セメントの水和や細骨材に含まれていた火山灰のポズラン反応によるものと考えられる¹⁾。一方、水分供給が多い場合、冬期には凍結融解作用を受けやすくなる。屋根なしでは、南東向きの裏側コアで強度や静弾性係数の低下がみられており、日射の影響により冬期に凍結融解作用を受けている可能性がある。しかし、最も水分供給が少ない屋根あり裏側の強度が最大となっており、バラツキも含めて継続的に調査して検証する必要がある。

図-3 に圧縮強度と静弾性係数の関係（裏側データ含む）を示す。図には 2012 年制定土木学会コンクリート標準示方書[設計編]に示されている値も併記しているが（図中曲線）、圧縮強度あたりの静弾性係数は、いずれも示方書の値より高いことを確認した。

4. 中性化深さ

図-4 にコア供試体の中性化深さを示す。なお、建設後 55 年（一次調査）の値は、屋根なしは外桁、屋根ありは暴露試験体と同じ中桁の試験結果である。中性化深さは建設後 70 年の屋根なし下部を除くと 5~20mm 程度であり、いずれの箇所および部位においても、一次調査以降中性化はほとんど進行していないものと判断できる。なお、建設後 70 年の屋根なし下部については、施工上の不具合に起因した特異な値と考えられる。

5. 細孔径分布

図-5 にコンクリート表面から深さ方向に 10mm, 50mm, 100mm 位置における細孔径分布を示す。強度が高い屋根なしの細孔容積が少ない傾向がみられたが、裏表で差は無かった。深さ方向では、深さ 100mm の経年変化は小さいが、10mm と 50mm では、細孔径 100nm から 1 μ m 程度の毛細管空隙が経年的に減少する傾向がある。また、深さ 10mm では細孔径 10nm 以下の空隙が少ない。これは、炭酸化によりゲル空隙が粗大化したためと考えられる。しかしその一方で、1 μ m 付近の比較的粗大な細孔もそれほど増加していない。これは、炭酸カルシウムの析出により細孔容積が減少した可能性がある。以上から、水和や炭酸化の影響と考えられる細孔構造の変化が確認できた。

6. まとめ

暴露 19 年（建設後 74 年）経過時点の調査から、中性化は進行していないが、一部で強度の低下が確認され、凍結融解作用の影響が考えられることから、今後も継続的に調査を行い検証する必要があることを確認した。また、水和や炭酸化の影響と考えられる、細孔構造の変化を確認した。

【参考文献】1) 吉田行, 島多昭典, 田口史雄: 初代十勝大橋コンクリートの長期耐久性試験, 寒地土木研究所月報, No. 719, pp. 2-13, 2013. 4

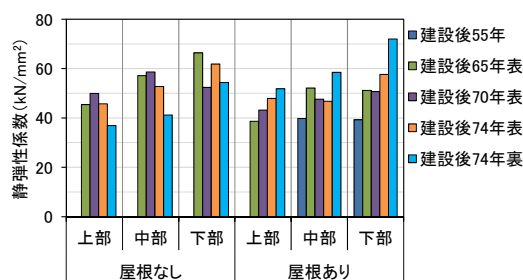


図-2 各部位の静弾性係数

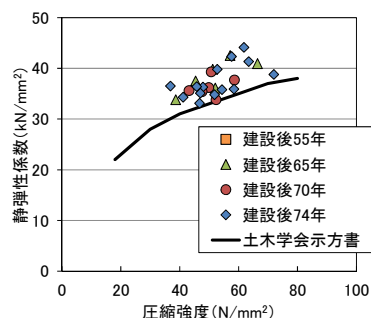


図-3 圧縮強度と静弾性係数の関係

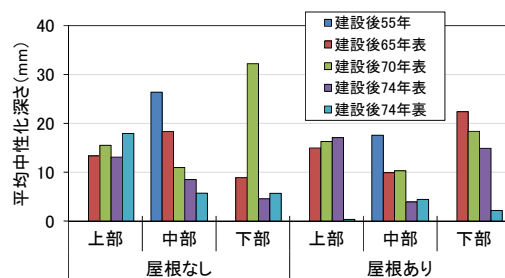


図-4 中性化深さ

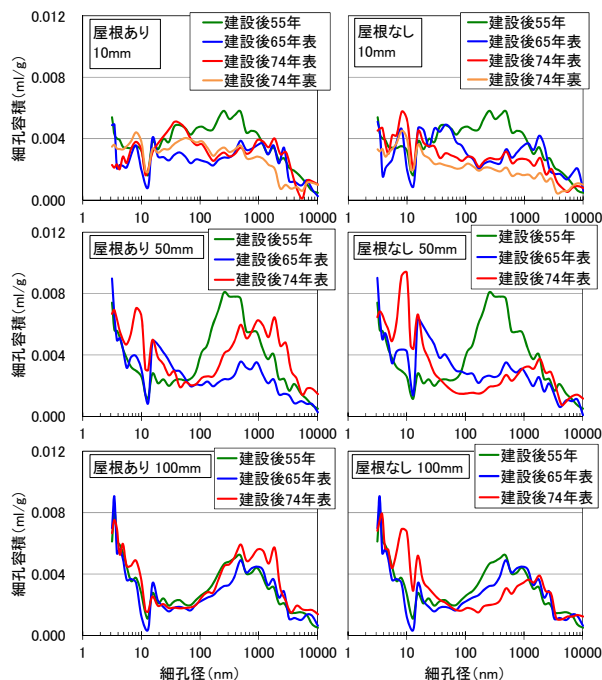


図-5 細孔径分布