

埋設型枠の剥落・脱落抵抗性の評価手法に関する検討

カジマ・リノベイト(株) 正会員 ○前山篤史
鹿島建設(株) 正会員 渡邊有寿 倉田和英 光山恵生

1. はじめに

コンクリート工事における生産性向上および構造物の高耐久化を目的に埋設型枠工法が採用される事例が増えている。埋設型枠は供用中に構造物から剥離・脱落しないことが前提であり、内部に打ち込まれるコンクリートとの一体性を確保するために埋設型枠の背面には目粗しや機械的な凹凸が設けられることが一般的である。従来、打ち込まれるコンクリートと埋設型枠との付着強度は $1.0 \sim 1.5 \text{ N/mm}^2$ 程度以上であることが一体性の目安とされてきた(例えば¹⁾)。ここで、埋設型枠が界面からめくり剥がれるような現象を想定すると、コアや切込み箇所の鉛直方向の付着のみを評価する従来の試験ではその現象と評価方法に差異があると考えられる。そこで、付着強度試験に替わる方法で埋設型枠の剥落・脱落抵抗性に関する検討を行った。

2. 試験概要

2.1 埋設型枠の概要

埋設型枠は、シリカフェームとセメントをベースとした結合材、細骨材からなるマトリクスに、繊維を混入した高強度繊維補強モルタルで構成される、繊維は径 0.5 mm 、長さ 20 mm 、引張強度 500 N/mm^2 以上のポリプロピレン繊維である。同モルタルの水結合材比は 16.7% であり、圧縮強度 100 N/mm^2 程度の高強度となっている。埋設型枠の背面は、骨材や繊維の洗い出し処理を施している(図-1 左下写真)。

2.2 埋設型枠の押抜き試験

第三者影響度を考慮してコンクリート片の剥落防止が求められる場合、押抜き試験によって対策工法の性能を評価する方法がある(以降、NEXCO 試験法 424)²⁾。同試験方法は、コンクリートに混入する短繊維もしくは貼り付ける連続繊維シートを対象としたものである。本検討ではこれを参考に埋設型枠と内部に打ち込まれたコンクリートが一体となった試験体に対して押抜き载荷を行った。試験概要を図-1 に示す。試験体寸法は NEXCO 試験法 424 と同じ $700 \times 700 \text{ mm}$ 、厚さ 200 mm の RC 部材とし、かぶり内に $700 \times 480 \text{ mm}$ 、厚さ 60 mm の埋設型枠を設置した後に呼び強度 40 N/mm^2 の普通コンクリートを上面から打ち込んだ。普通コンクリートが硬化した後、試験体中央に普通コンクリート側から埋設型枠との付着界面(深さ 140 mm)まで $\phi 100 \text{ mm}$ の切込みを行い、油圧ジャッキにて埋設型枠を押し抜くように载荷した。試験時の環境温度は 23°C のほか -10°C 、 50°C の 3 水準(それぞれ $N=3$ 体)とした。

2.3 付着強度試験

押抜き試験と併せて直接引張試験および建研式引張試験を実施し、埋設型枠と普通コンクリートの付着強度も確認した。試験体は厚さ 60 mm の埋設型枠に普通コンクリートを上面から 60 mm 打ち込んだものとし、前者はコア供試体($\phi 75 \times 120 \text{ mm}$)の両端に治具を、後者は埋設型枠から普通コンクリート側に深さ 70 mm の切込み($\phi 80 \text{ mm}$)を設けた後に埋設型枠に治具を接着した(写真-1)。試験時の環境温度は 23°C (それぞれ $N=3$ 本)である。

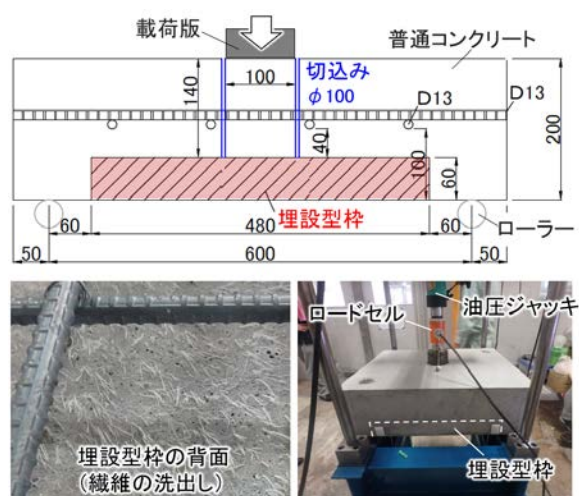


図-1 埋設型枠の押抜き試験
(NEXCO 試験法 424 を参考)



写真-1 付着強度試験

キーワード 埋設型枠工法、剥落・脱落抵抗性、押抜き試験

連絡先 〒162-0065 東京都新宿区住吉町 1-20 角張ビル カジマ・リノベイト(株) TEL 03-5379-8771

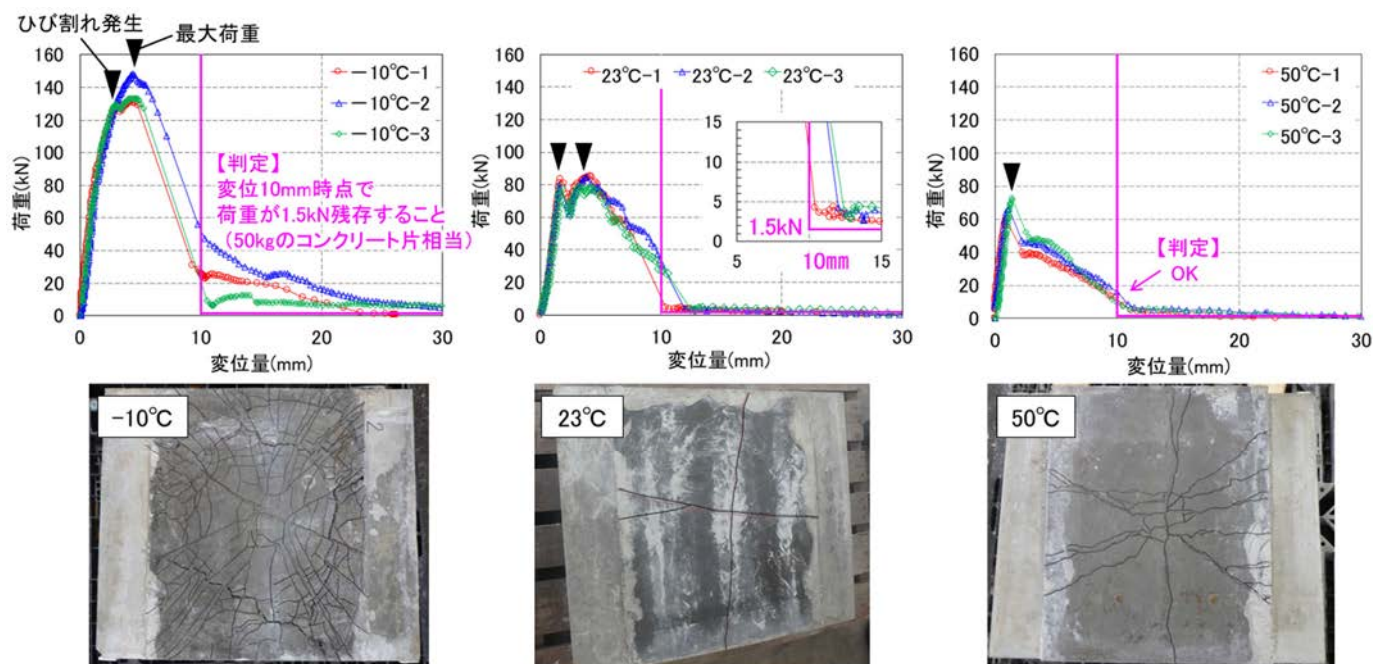


図-2 荷重-変位曲線およびひび割れ状況（埋設型枠の押抜き試験）

3. 試験結果

押抜き試験における荷重-変位曲線および試験後のひび割れ状況を図-2に示す。ここで、変位は試験体中央の載荷点を計測している。埋設型枠の剥落・脱落の可能性については、NEXCO 試験法 424 と同様に「変位が 10mm 時点で荷重が 1.5kN 残存すること」を判定基準とした。これは、50kg のコンクリート片の剥落を想定したものである。

破壊過程においては、荷重の大小はあるものの、環境温度 -10°C と 23°C では 2 つの荷重ピークが確認された。第一ピークでは埋設型枠に曲げひび割れが発生し、第二ピークでは繊維の架橋効果によって埋設型枠と普通コンクリートが一体となりながら曲げ耐力を負担したものと考えられた。その後、変位が 10mm に達するまでに荷重が急激に低下し、さらに載荷を進めると写真-2 に示すように埋設型枠が剥離する状態となった。環境温度 50°C では、第一ピークであるひび割れ発生とともに荷重が低下したが、これはポリプロピレン繊維の温度依存性（高温による伸び）が影響したと考えられる。なお、変位 10mm 時点では、いずれの環境温度においても荷重 2~3kN を保持しているため、繊維の架橋効果によって剥離後も完全に剥落・脱落しないと評価した。荷重が 0~0.5kN 程度になったところで試験を終了し、埋設型枠を押し抜いて完全に脱落させた後に付着界面を観察すると、いずれの環境温度も繊維は引抜きではなく破断しているものが多かったため、繊維とコンクリートの付着が良好であったと判断された。

なお、付着強度については、直接引張試験で $2.1\text{N}/\text{mm}^2$ 、建研式引張試験で $3.1\text{N}/\text{mm}^2$ （それぞれ 3 本平均）であり、いずれも界面での破壊であった。試験時の普通コンクリートの圧縮強度は $51.4\text{N}/\text{mm}^2$ であった。

4. まとめ

NEXCO 試験法 424 を参考とした押抜き試験によって、埋設型枠そのものの剥落・脱落抵抗性が評価・確認できる可能性を見出した。そして、試験に供した埋設型枠は、剥落・脱落に対する性能を具備することがわかった。

謝辞 試験の実施にあたっては、中日本高速道路(株)の萩原直樹様、(社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所の内田美生様、渡邊晋也様に多大なご助言、ご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会：セメント系材料を用いたコンクリート構造物の補修・補強指針，2018
- 2) 東・中・西日本高速道路(株)：NEXCO試験方法 第4編 構造関係試験方法 令和2年7月

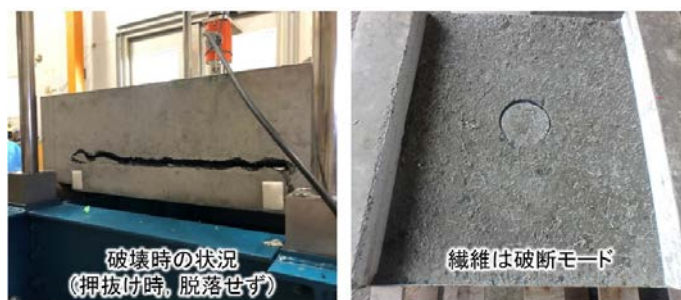


写真-2 破壊時の状況と付着界面の観察