

コンクリートに埋込まれたつなぎ鋼材の引抜き強度試験

ジオスター株式会社 正会員 ○中谷 郁夫 横尾彰彦 早乙女貴哉 斉藤光海
株式会社横河住金ブリッジ 正会員 上條 崇 竹内 大輔 松尾卓弥

1. はじめに

近年、地中構造物の構築において急速施工が要求されるケースが増加傾向にある。特に開削トンネルなどのボックスカルバート等での要求が多い。これらの構造物の構築では、下床版→側壁→上床版の順序で構築されるが、その中で特に上床版の構築日数は型枠支保工が必要であるために、下床版の構築日数の倍程度必要とされる。著者らは、この構築日数を低減するために鋼材とコンクリートを用いたPCa製ハイブリット埋殺し型枠（以下：HBF）を検討し、支保工の低減および地中構造物の構築日数の低減を目指している。本論文では、HBFの中に埋込まれたつなぎ鋼材がコンクリートの打込み時、および完成時での性能を確認するために引抜き実験を行った結果を報告する。

2. つなぎ鋼材

つなぎ鋼材は、SS400のプレートにSD345異形鉄筋をフレア溶接したもので、プレートは比較的形状を自由に設定でき、異形鉄筋はコンクリートとの相性が良いことから合理的構造と判断し、最終形状としている。図-1に引抜き試験体の代表例を示す。

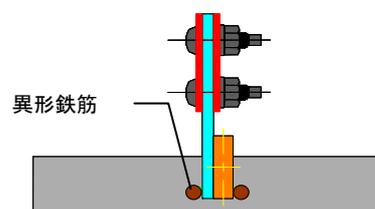


図-1 つなぎ鋼材図

3. 試験概要

本試験の引抜き試験は、幅200mmのプレート1箇所当たりに高さ3mのコンクリート打込みに対して18kN/箇所の引抜き荷重と埋殺し型枠の自重であるコンクリートの厚み150mmとした場合の3.8kN/箇所を目標値とし、強度を確認するものである。

3.1 試験体概要

図-2に試験体の概要図を示しているが、寸法は500mm×500mmとし、コンクリートの厚みを80mm、150mmの2水準とし、表-2に示す全4ケースでの引抜き強度試験を実施している。つなぎ鋼材への鋼材取付けは図-1に示すオレンジ部分の鋼材を示し、アンカー埋込深さはコンクリートの表面からアンカーである異形鉄筋までの距離としている。また、貫通鉄筋はつなぎ鋼材に孔をあけてD13異形鉄筋2本で補強したケースである。引抜き試験では、コーン状破壊を想定し、図-2に示す鋼材200mmの端部に摩擦低減材としてテフロンシートを配置している。これは、引抜き強度を2面の破壊面とするもので、端部の破壊面を発生させない目的で配置している。表-1には、コンクリート強度の一覧を示す。

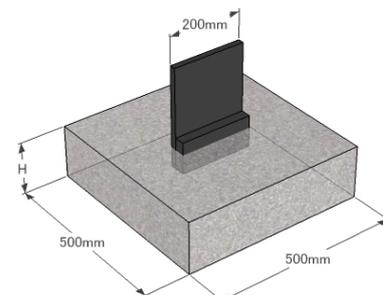


図-2 試験体概要図

表-1 コンクリート強度

テストピースNo.	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
1	30.5	21.2
2	32.6	22.3
3	32.7	22.6

表-2 試験体の一覧

	T1-1	T1-2	T2-1	T2-2
厚みH(mm)	80	80	150	150
アンカー埋込深 (mm)	60	60	80	80
つなぎ鋼材への鋼材取付	○	○	○	-
貫通鉄筋	-	○	-	-
鉄筋溶接箇所	側方	側方	下方	側方
溶接鉄筋径	D16	D16	D10	D22

キーワード 静的耐力, 鋼コンクリート合成構造, 引抜き試験, アンカーボルト, 埋設型枠

連絡先 〒112-0002 東京都文京区小石川 1-28-1 ジオスター株式会社 技術部 技術開発 T TEL:03-5844-1203
〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 株式会社横河住金ブリッジ 鉄構・加工製品部 TEL:047-413-7907

3.2 試験方法

加力方法は、500kN ジャッキでストロークの最大値 100mm を用いて写真-1 に示すように試験体を門形の治具で固定し、つなぎ鋼材を鉛直方向に引抜き力を与えて実験を行った。載荷は 1kN ピッチで行い、最大荷重以降は治具の限界値である拔出し量 25mm まで計測した。



写真-1 引抜き試験状況

3.3 引抜き強度の計算値

引抜き強度の予測値を各種合成構造設計指針¹⁾の式(1)を用いて検討し、その結果を試験体別に表-3 に示す。低減係数は、打設時は短期 0.6、完成後は長期 0.3 で評価する。

$$Pa = \phi \cdot c \sigma_t \cdot Ac = \phi \cdot 0.31 \sqrt{f'c} \cdot Ac \quad \dots(1)$$

ここに、Pa：コーン状破壊に対する許容引抜き強度(kN)

φ：低減係数 ここでは、短期 0.6、長期 0.3 とする。

cσ_t：コーン状破壊に対するコンクリートの引抜き強度

(cσ_t=0.31√f'c)

f'c：コンクリート設計基準強度(N/mm²) ここでは、30N/mm²とする。

Ac：有効水平投影面積(mm²)

表-3 試験体別引抜き強度の計算値の一覧

	T1-1	T1-2	T2-1	T2-2
引抜き強度の計算値(kN)	40.8		54.3	
短期許容引抜き強度の計算値(kN)	24.5		32.6	
長期許容引抜き強度の計算値(kN)	12.2		16.3	

4. 試験結果

表-4 に引抜き試験結果の最大荷重の一覧を示し、図-3 に T-1 タイプの引抜き試験結果、図-4 に T-2 タイプの試験結果を示す。各タイプ毎に 2 ケースの試験を行っている。図-3 の T-1 タイプは全ケースともに荷重が 25kN 以降に傾き勾配が変化し、40kN～45kN 程度で最大荷重となり緩やかに荷重が低減している。図-4 の T-2 タイプは T2-2 タイプで最大荷重 100kN 以降に荷重が低減し、T2-1 タイプでは 55 kN 以降に緩やかに荷重ピークを迎えていることが分かる。表-3 に示した計算値と引抜き強度の計算値と表-4 に示す最大荷重を比較すると全てのケースで計算値を上回っている。また、設計荷重時 18kN では、図-3 および図-4 の全てのケースの線形挙動範囲内で推移している。これを表-3 に示す許容引抜き強度の設計値と比較しても設計荷重値がその値を下回っていることが確認できる。

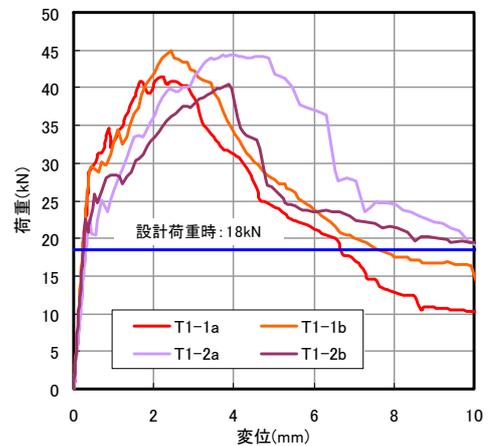


図-3 T-1 実験値の荷重-変位図

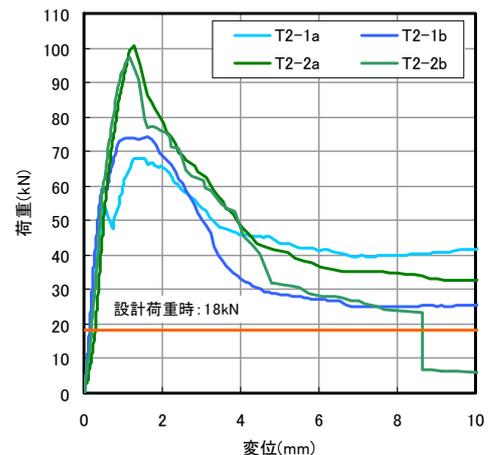


図-4 T-2 実験値の荷重-変位図

表-4 T-1・T-2 実験値の最大荷重の一覧

2ケース名/タイプ	T1-1		T1-2		T2-1		T2-2	
	a	b	a	b	a	b	a	b
最大荷重(kN)	41.4	45.0	44.4	42.9	67.9	74.1	100.7	97.4

5. まとめ

3m の打込み荷重 18kN (短期評価) および自重 3.8kN (長期評価) の荷重に対しての引抜き強度を確認した。その結果、全てのケースにおいて今回の実験条件においては強度を満足できるものと考えられる。さらに、式(1)で見積った引抜き強度計算値が実験においても、ほぼ再現出来ていると考えられることから、本つなぎ鋼材の引抜き強度は一般的な引抜き強度式で評価できるものと考えられる。

参考文献

1) 日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説 2012年5月 第3刷, pp.36-37