

CS 108

合成構造における鋼管、H形鋼のコンクリートとの付着特性

川崎製鉄㈱ 正員 佐藤 政勝
" " 田中 祐人

1. はじめに

コンクリートに埋め込まれた鋼材の付着強度は、周囲コンクリートとの粘着力および摩擦力とからなる。これらの粘着力と摩擦力は鋼材そのものの表面粗度に左右されるが、コンクリートで囲まれた拘束効果による影響が支配的であると考えられている。コンクリートに埋め込まれた鋼板の付着特性については若林の一連の実験研究により定性的に把握される一方、側圧力下における押抜き試験を実施した著者らの研究や引き抜き試験を実施した園田らの実験研究から鋼板の摩擦係数として0.75~0.6が提案される等ほぼ解明されているが、形鋼や鋼管の付着特性については形状、寸法、コンクリートの充填や被覆状態等付着強度に及ぼす要因が多く、定量的な評価式の提案までに至っていない。

ここでは、鋼管とH形鋼の押抜き試験により、鋼管内面およびH形鋼の最大付着強度 τ_{max} はコンクリート接触面積 A_b に大きく左右されることを明らかにした上で、かぶり厚さ C とフランジ幅 B の比をパラメータとしたH形鋼の τ_{max} の評価式を提案し、埋め込まれたH形鋼の付着強度に及ぼすコンクリートの拘束効果について考察する。

2. 鋼管とH形鋼の押抜き試験

鋼管とH形鋼について押抜き試験を実施し、付着強度と自由端の滑り量 δ_f の関係および τ_{max} を求めた。鋼管の供試体寸法と τ_{max} を表1に、H形鋼の供試体寸法と τ_{max} を表2に示し、両者の τ_{max} と A_b の関係を図1に示す。

鋼管の押抜き試験では、載荷初期の段階で δ_f が生じ、荷重の増加に伴い δ_f が放物線的に漸増し τ_{max} に達する。この挙動はコンクリートの乾燥収縮により鋼管内面とコンクリートの界面に生じた若干の隙間によるものと推察される。図1に示すように、 A_b の増加に伴い τ_{max} は減少する傾向がみられ、28日目圧縮強度 σ_B が342kgf/cm²のコンクリートを使用した場合 $\phi 269$ mmに対し8.1kgf/cm²、 $\phi 609.6$ mmに対し3.9kgf/cm²であって、 τ_{max} の1/3を許容応力度 τ_a の目安とするとそれぞれ2.7kgf/cm²、1.3kgf/cm²となり現行建築学会規準 [1] $\tau_a=1.5$ kgf/cm²は小径管については問題ないが、 $\phi 600$ mm以上の鋼管に対しては実験から求めた許容値より若干であるが危険側の値を示した。今後 τ_a の設定値としては1.2kgf/cm²程が目安となろう。

H形鋼の押抜き試験においても同様に A_b が増加すると τ_{max} が減少する傾向が確認され、小形サイズの τ_{max} は9kgf/cm²程、大型のものは2.6kgf/cm²

表1 鋼管の供試体寸法と最大付着強度

TP No	鋼管 (STK400)			最大付着強度	
	外径	板厚	接触面積	荷重	P/ A_b
	mm	mm	A_b :cm ²	tonf	kgf/cm ²
1	609.6	9	5573	21.8	3.9
2	269.0	6	2421	19.7	8.1

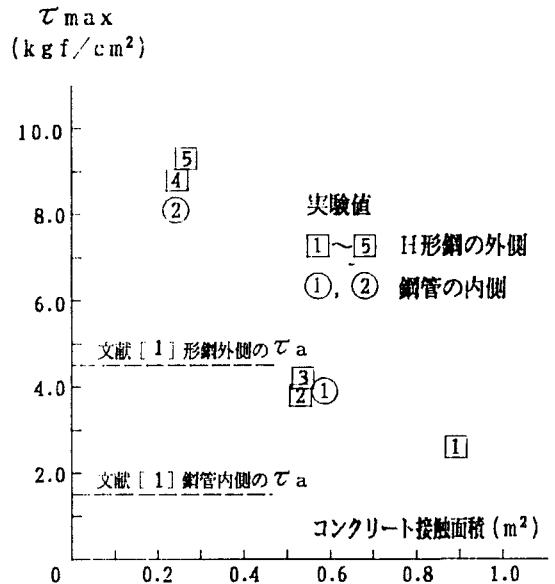
図1 H形鋼、鋼管の τ_{max} とコンクリート接触面積の関係

表2 H形鋼の押抜き試験における供試体寸法と最大付着強度

TP No	被覆コンクリート			押し込みH形鋼(SS400)			最大付着強度			
	外寸法 mm	C mm	σ_B kgf/cm ²	HXBxt1xt2 mm	C B	接触面積 A_b :cm ²	荷重 P tonf	τ_{max} P/ A_b kgf/cm ²	τ_{max} σ_B	
									%	
1	1100X450	75	300	900x300x16x28	0.25	8910	23.5	2.6	0.9	
2	650X300	50	300	496x200x9x14	0.25	5310	20.4	3.8	1.3	
3	450X450	75	300	300x300x15x15	0.25	5370	22.6	4.2	1.4	
4	300X300	75	362	194x150x6x9	0.50	2445	21.5	8.8	2.4	
5	300X300	75	362	150x150x7x10	0.50	2658	24.8	9.3	2.6	

であって τ_{max} の1/3を τ_a の目安とするとそれぞれ3 kgf/cm²、0.9kgf/cm²となり、建築学会規準 [1] の4.5kgf/cm²は相当危険側の値である。また、土木学会コンクリート標準示方書に準じると $\sigma_B=342$ kgf/cm²に対する鋼材の付着強度の特性値として求まる8.6kgf/cm²は、中形、小形サイズH形鋼の実験値に比べてそれぞれ2倍、3倍も高い値であって、今後より多くの実験データを蓄積した上で付着強度の特性値および τ_a を検討する必要がある。

3. H形鋼の付着強度に対する評価式

図2には、縦軸に τ_{max}/σ_B を、C/Bを横軸に取り、H形鋼の押抜き試験の結果を記号□、Chaplesの押抜き試験の結果を●で示す。破線で示す鋼板の τ_{max} に対する若林らの提案式 [2] を原点を通るように平行移動させた実線は実験値とほぼ等しい傾向を示しており、H形鋼の τ_{max} の評価式として次式を得る。

$$\tau_{max}/\sigma_B = 0.05 \cdot C/B \quad (C/B < 0.8) \quad (1)$$

$$\tau_{max}/\sigma_B = 0.04 \quad (C/B \geq 0.8) \quad (2)$$

かぶりが零ではフランジ側面に付着力が働かないから τ_{max} も零となり、かぶりがある場合は鋼材の粘着力は無視できる程小さく、C/Bに依存する摩擦力と

σ_B により τ_{max} が算定できる。SCやSRC構造では実用的な立場からC/Bは0.2～0.5の範囲と予想され τ_{max} としては0.01～0.025 σ_B 、また τ_{max} の1/3を τ_a の目安とすると $\tau_a=0.003\sim0.008\sigma_B$ 程となり、現行建築学会規準 [1] の $\tau_a=0.02\sigma_B$ は相当危険な値である。

鋼板の側面圧力 σ_3 を一定に保ちながらの押抜き試験から提案された $\tau_{max}=0.75\sigma_3$ を採用すると式(1)からフランジとウェブに働く σ_3 が次式で推定できる。(図3参照)

$$\sigma_3 = (\sigma_B/15) \cdot (C/B) \quad (3)$$

また、 σ_3 の働きによってフランジ端面のかぶり部コンクリートに次式で示す引張応力 σ_t が生じることになる。

$$\sigma_t = (\sigma_3/2) \cdot (1+B/C) \quad (4)$$

参考文献

- 1) 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(第4版)、1987.6
- 2) 若林実：鉄骨鉄筋コンクリートに関する実験的研究、東大生産技術研究所報告、Vol. 6, No. 2, pp. 66～72, 1956

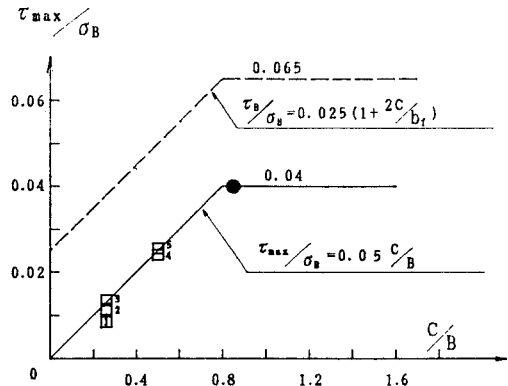
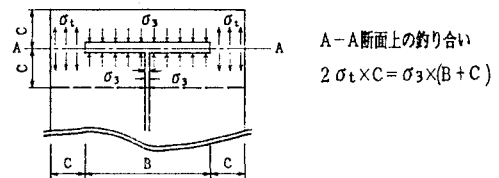


図2 H形鋼の最大付着強度とC/Bの関係

図3 側圧力 σ_3 とかぶりに働く σ_t のモデル化