

セメントミルク硬化体と鋼材の付着強度について

首都高速道路公団 東京建設局建設第一部 新宿工事事務所 正会員 ○和田 新
 三井住友・JFE 工建・若築 SJ22(1-2)富ヶ谷出入口トンネル特定建設工事共同企業体 正会員 川副 洋一
 三井住友建設（株） 土木設計部 吉岡 健一
 三井住友建設（株） 技術研究所 正会員 篠崎 裕生

1. はじめに

中間杭をアースオーガーで施工する場合、閉塞の不具合をなくすため、根固め材として流動性の優れたセメントミルクを使用するが多い。しかしながら、杭の設計に必要なセメントミルク硬化体と鋼材の付着強度を規定した基準類あるいは実験データなどは少ない。また、モルタルについても、マトリクス成分はコンクリートと同じであるという理由から、実験で確認した例があまり見られない。

本文では、土木学会規準（JSCE-G 503-1999）に準じた方法で、鋼材とコンクリート、モルタル、セメントミルクそれぞれとの付着試験を行い、その付着強度を確認した。また、用いる鋼材を丸鋼と平鋼とすることで、H型鋼の設計時に準用されることが多いコンクリートと丸鋼の付着強度とH型鋼に近い付着性状と考えられる平鋼の付着強度の比較を行うことで、設計時に丸鋼の付着強度をH型鋼の付着強度に準用することの妥当性の確認も行った。

2. 試験の概要

図-1に、試験体の形状寸法と試験体の種類を示す。硬化体は一辺が10cmの立方体で、鋼材としてφ10mmの丸鋼と4.5×19mmの平鋼を用いた。硬化体3種類、鋼材2種類をそれぞれ3体、計18体の試験を行った。

各硬化体は、普通セメントによる表-1の配合とした。図-2に各硬化体の材齢と圧縮強度の関係を示す。コンクリートの配合は、根固め材として多くの実績がある配合を用いた。モルタルは、一般的な1:3モルタルとした。セメントミルクは、根固め材として施工する場合に必要な高い流動性を確保するため、W/Cを65%とした。付着試験を実施した材齢28日における各硬化体の圧縮強度は31.0~53.9N/mm²まで大きなばらつきが生じたため、付着試験結果については、強度補正を行い検討することとした。付着試験時には、荷重と鋼材抜き出し量（図-1参照）を測定した。

3. 試験結果

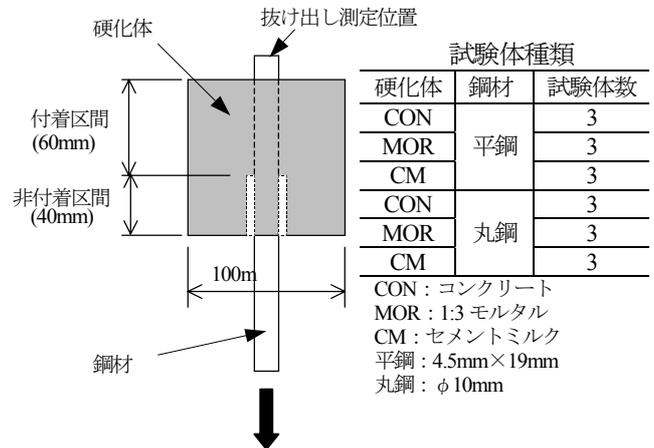


図-1 試験概要

表-1 各硬化体の配合

硬化体	配合 (kg/m ³)					W/C (%)
	セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤	
CON	368	182	743	999	1.1	49.5
MOR	437	275	1398	—	1.1	62.9
CM	1020	666	—	—	—	65

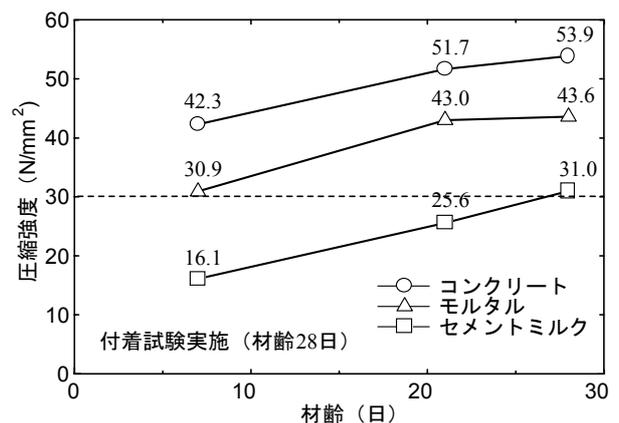


図-2 圧縮強度試験結果

図-3に、セメントミルクの場合の抜け出し量と荷重の関係の例を示す。図には、JSCE-G 503-1999に従い、鋼材の抜き出し量が鋼材直径の0.002倍時の値も示した。平鋼については、矩形断面を円に換算した場合の直径

キーワード: 付着強度, セメントミルク, モルタル, 杭, 根固め

連絡先: 〒169-0073 東京都新宿区百人町1-23-6 TEL 03-3363-7171、FAX 03-3363-7294

(10.4mm)の0.002倍とした。

平鋼の場合、荷重の増加にともなう鋼材拔出量が比較的大きく、上記規定の0.02mmを超えても荷重の増加が見られた。拔出し0.02mm時の荷重から最大荷重までの荷重の増加は、いずれも20~30%程度であった。一方、丸鋼の場合は拔出しが0.02mmに達するまでに付着切れにともなう荷重の低下が生じた。これらは、コンクリート、モルタルでも同様の傾向にあった。

図-4に各硬化体と付着強度の関係を示す。付着強度 τ は、鋼材拔出し0.02mm時の試験荷重を単純に付着面積で除したものである。 τ_1 はJSCE-G 503-1999にしたがって、圧縮強度 30N/mm^2 における付着強度に補正した値である。 τ_2 はコンクリート標準示方書において、異形鉄筋の付着強度が圧縮強度の $2/3$ 乗に比例するという知見に基づいて、JSCE-G 503-1999における係数を $2/3$ 乗して補正した値である。式①、②に τ_1 、 τ_2 の付着強度の算出式を示す。

$$\tau_1 = \tau \times 30 / f_{ck} \quad \dots \text{式①} \quad \tau_2 = \tau \times (30 / f_{ck})^{2/3} \quad \dots \text{式②}$$

ここに、 f_{ck} は28日圧縮強度である。図-4は、各ケースの試験結果を○で、平均値を実線で表示したものである。 τ は強度補正をしていないため、圧縮強度が大きい硬化体が付着強度も大きい結果となった。式①で強度補正した τ_1 は、丸鋼、平鋼ともに最も圧縮強度の小さかったセメントミルク硬化体の付着強度が大きくなる結果となった。一方、式②で補正した τ_2 はいずれの硬化体でも同じ鋼材であれば付着強度がほぼ同じ値となった。

以上から、セメントミルクを杭の根固め材として用いる場合でも、圧縮強度が同じであればコンクリートやモルタルと同等の付着強度を用いた設計が可能であることが分かった。ただし、セメントミルクの配合実績は少ないため、確実に圧縮強度が得られるよう、配合設計には十分な配慮が必要と考えられる。

また、図-4、表-2に示す通り、平鋼の付着強度はどの硬化体でも丸鋼に比べ1.2倍程度大きくなる傾向が見られた。したがって、コンクリートと丸鋼の設計付着強度を用い、中間杭を設計することは、硬化材の種類によらず、妥当な設計と評価できることが分かった。

参考文献

- 1)土木学会：コンクリート標準示方書（設計編）、2002

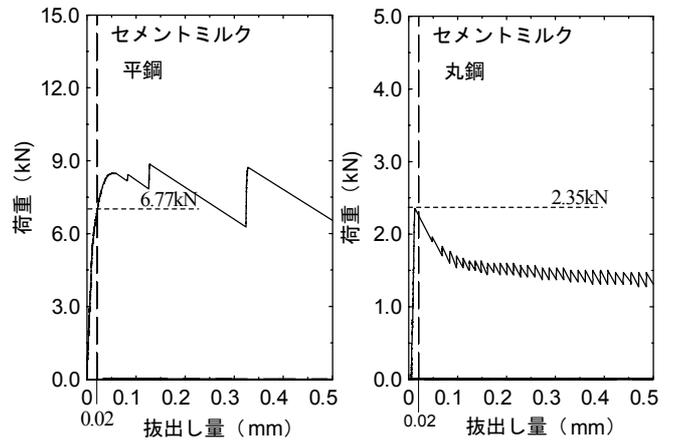


図-3 鋼材拔出量と荷重の関係例

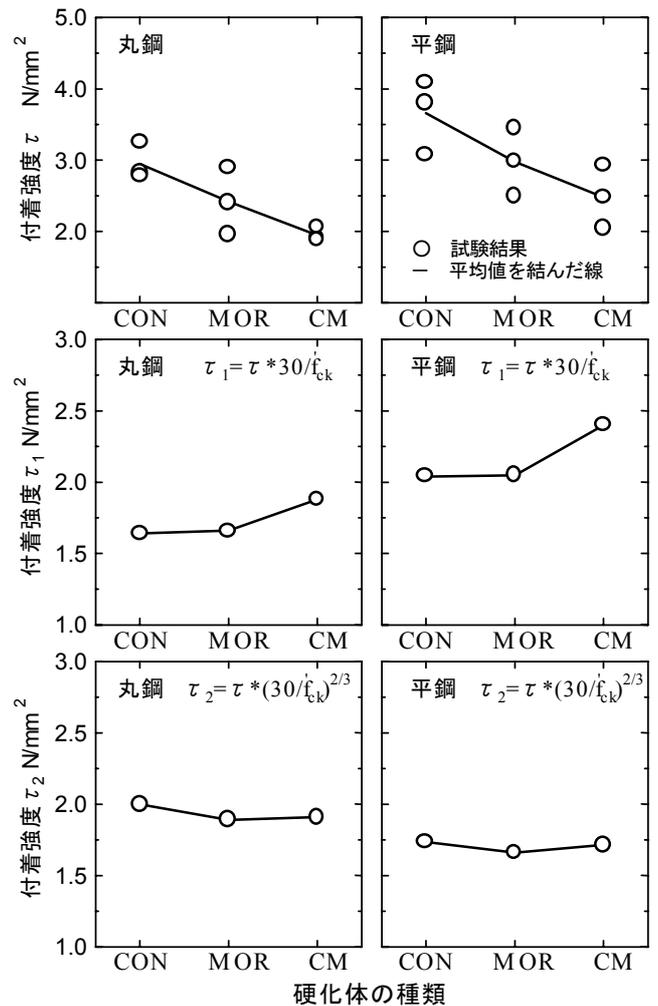


図-4 付着強度

表-2 付着強度一覧(単位: N/mm²)

鋼材	硬化体	τ	τ_1	τ_2
丸鋼	CON	2.95	1.64	2.00
	MOR	2.42	1.66	1.89
	CM	1.95	1.88	1.91
平鋼	CON	3.66	2.04	2.47
	MOR	2.98	2.05	2.32
	CM	2.48	2.40	2.43
平鋼/丸鋼	CON	1.24		
	MOR	1.23		
	CM	1.28		