

大林組技術研究所 正員 西林清茂 正員 細谷芳己
 ○正員 田松俊二 正員 梅津喜美夫

1. まえがき

地盤にセメントミルクを注入して機械的に攪拌混合し、造成された深層混合固結体をすべり防止や支持力増加、土留などといった目的に広範囲に利用されることが多くなっている。出来上る固結体は、従来の地盤改良には見られないほどの高強度を有するものの、曲げ・引張に対する抵抗力は、コンクリートや鉄材料などに比べてはるかに小さい。このような固結体の曲げ・引張の弱点を補うために、H鋼や鉄筋などの補強材を挿入することが考えられる。しかし、相対的に剛性の極めて異なる補強材と深層混合固結体が一体として使われる時の両者の付着特性や曲げ強度・変形特性、さらにその補強効果、などについて十分把握しておく必要がある。

そこで、今回は補強材として鉄筋を用いた場合に最も基本となる付着強度特性を明らかにするため、押抜き試験による実験を行った。以下にその結果について報告する。

2. 実験概要

表-1 使用鉄筋一覧表

実験に使用した対象土は試料調整した東京港粘土である。固結土は、この対象土にセメントを乾燥土重量比で、 $a_w \approx 6 \sim 30\%$ 添加して、一軸圧縮強度（28日）が $q_u \approx 3 \sim 30 \text{ kgf/cm}^2$ となるようにした。

異形鉄筋 (SD-30)			丸 鋼 (SR-24)		
呼び名	公称径	公称周長	呼び名	公称径	公称周長
D10	9.53 ^{mm}	3.0 ^{cm}	φ 9	9 ^{mm}	2827 ^{mm}
D16	15.9	5.0	φ 16	16	5027
D22	22.2	7.0	φ 22	22	6911

付着強度試験は、図-1に示すような押抜き試験治具を作製して圧縮試験機により、ひずみ制御（1.00mm/分）方式で行なった。なお、付着強度試験に用いた鉄筋は、表-1に示す異形鉄筋と丸鋼であり、ほぼ公称径と公称周長が一致するように選定した。

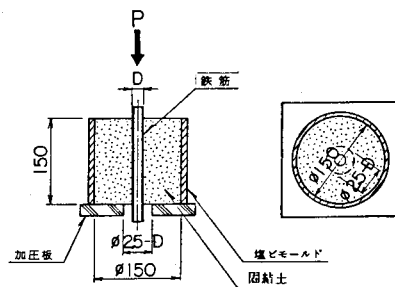


図-1 供試体寸法及び載荷方法

3. 実験結果の検討

図-2は、異形鉄筋と丸鋼の押抜き試験による押抜き荷重（P）と拔出し量（ δ ）の関係の1例である。従来のコンクリートの場合と比べて、最大押抜き荷重（ P_{max} ）のピークが明瞭に認められ、この P_{max} は大きな拔出し量

（ δ_{max} ）をともなって発生していることが特徴的である。固結土の一軸圧縮強度（ q_u ）が同じであれば、鉄筋径（D, ϕ ）が大きくなるにしたがってPは大きくなり、またD, ϕ が同じであれば、 q_u が大きいほどPも大きくなる。この傾向は、異形鉄筋も丸鋼も同様であるが、 q_u が同じで、公称周長がほぼ同じであれば、当然異形鉄筋の方がPは大きい。

図-3は、押抜き試験後の供試体を割って、内部の固結土と異形鉄筋の付着面の状況を見たものである。図のように、異形鉄筋の場合、フ

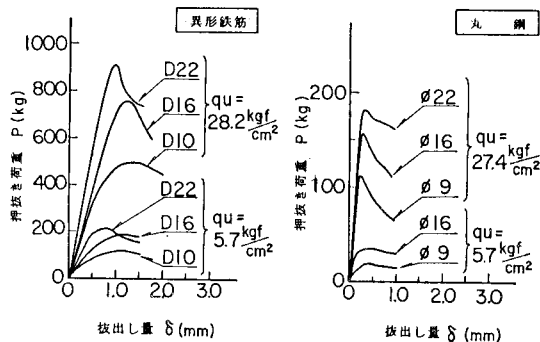


図-2 P～ δ の関係

シとフシとの間に固結土が付着していた。また丸鋼の場合は鉄筋の外周面からはがれていた。したがって、この状況から付着は異形鉄筋も丸鋼も同様にほぼ公称径に近い領域で破断したものと推測される。

そこで、付着強度 τ_o は次式により求めて

$$\tau_o = \frac{\text{押抜き荷重}}{\text{公称周長} \times \text{挿入長}}$$

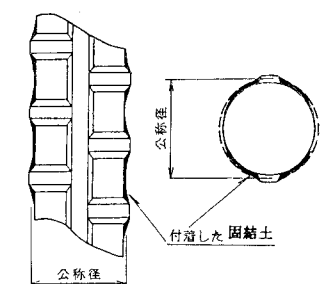


図-3 押抜き試験後の鉄筋と固結土 付着状況

q_u と τ_o の関係でまとめたものが図-4、図-5である。

図-4によれば、異形鉄筋も丸鋼も q_u が大きくなるにしたがって、 τ_o は大きくなる。

図-5より、異形鉄筋の場合、D10で 0.4 ~ 0.5、D16で 0.35 ~ 0.45、D22で 0.3 ~ 0.4 と鉄筋径が大きくなるにしたがって、 τ_o/q_u は小さくなる傾向が認められる。一方 丸鋼の場合、 $\tau_o/q_u \approx 0.08$ 程度で一定値を示すことが特徴的である。

図-6は、 τ_o/q_u と最大付着強度発生時の鉄筋拔出量 (δ_{max}) の関係である。異形鉄筋の場合、 $\delta_{max} \approx 0.7 \sim 1.3 \text{ mm}$ 、丸鋼の場合、 $\delta_{max} \approx 0.2 \sim 0.4 \text{ mm}$ の範囲の拔出し量で最大付着強度が得られている。この拔出し量は、丸鋼の場合鉄筋径によらずほぼ一定であるが、異形鉄筋の場合、鉄筋径が大きくなるほど小さくなる傾向が認められる。

4. まとめ

剛性の大きく異なる鉄筋と固結土の付着強度特性について、押抜き試験を実施した結果、以下のことがわかった。

- (1) 最大押抜き荷重 P_{max} のピークが明瞭に認められ、この P_{max} は大きな拔出し量をとまって発生している。
- (2) 鉄筋と固結土の押抜き力は鉄筋径が大きいほど、また固結土の強度が大きいほど大きい。
- (3) 異形鉄筋も丸鋼も公称径に近い断面で破断されている。
- (4) 鉄筋と固結土の付着強度は、異形鉄筋の場合D10~D25では $\tau_o/q_u \approx 0.5 \sim 0.3$ の範囲で径が大きくなるに従って小さくなるが、丸鋼の場合径によらず $\tau_o/q_u \approx 0.08$ でほぼ一定である。
- (5) 鉄筋と固結土の最大付着強度が得られるのは、異形鉄筋で 0.7 ~ 1.3mm、丸鋼で 0.2 ~ 0.4 mm の拔出し量の範囲である。

<参考文献>

- 1) 渡瀬他, 『菖蒲川(戸田市)付替え工事の護岸背面地盤改良』 1985.2 基礎工

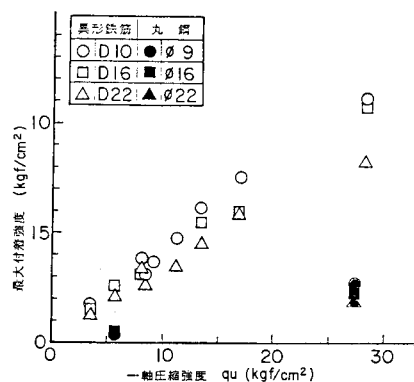


図-4 $\tau_o \sim q_u$ の関係

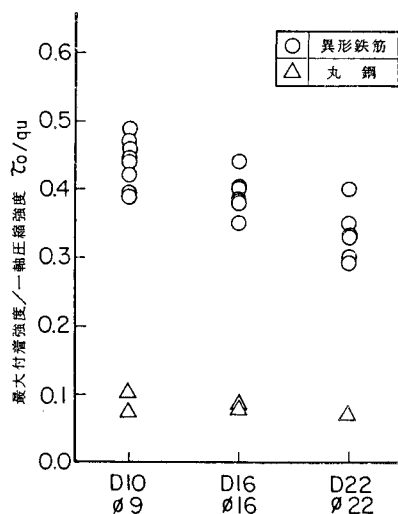


図-5 $\tau_o/q_u \sim D, \phi$ の関係

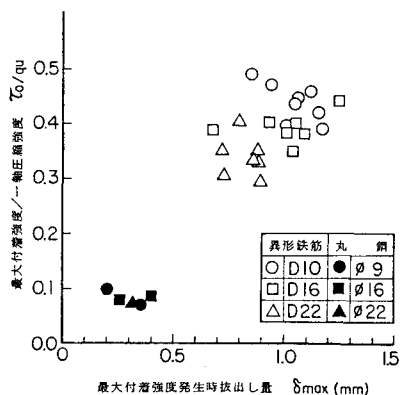


図-6 $\tau_o/q_u \sim \delta_{max}$ の関係