

V-135 付着型アンカーボルトの引抜耐力について

日本鋼管(株) 正会員 ○戸井田 浩
日本鋼管(株) 佐藤 哲也

1. まえがき

引抜力を受けるアンカーボルトは、その支持力機構から支圧型ボルトと付着型ボルトとに分けられる。前者については、多くの実験的研究により支持力機構が明らかにされ、耐力式が確立されているが、後者については設計基準類もなく、経験的に使用されているのが現状である。以下に、付着型ボルト（異形鉄筋、全ねじボルト）の引抜耐力確認のために行った実験結果について報告する。

表-1 試験内容

ボルト種類	材質	径	埋込長	設置工法	測定項目
全ねじボルト	SCM435	M24, 36, 48	5, 10, 15d*	先付け工法	ボルト変位 ボルト歪 破壊状況
異形鉄筋	SD 35	D25, 38	5, 10, 15d	先付け工法 埋込式	

（※ d：ボルト公称径）

2. 実験方法

ボルト材料として異形鉄筋とねじ付棒鋼とを用い、ボルト径、埋込長、設置工法をかえて引抜載荷試験を行った（表-1参照）。載荷方法は通常行われている方法と同様で、ボルトが付着破壊をおこし抜け上るかまたはボルト材料が降伏するまで荷重を単調に増加させた。ボルト頭部で抜け上り量を測定し、一部のボルトについては深さ方向の歪分布も測定した。またボルトを設置したコンクリートの強度は約250^{kgf/cm²}であった。

3. 実験結果

3-1. 荷重変位の関係 呼び径36^{mm}のボルトの荷重-変位の関係を図-1に示す。荷重が増加するにつれて変位量は次第に増加し、最大荷重に達したのち付着が切れて抜け上り量が急増するかまたは最大荷重に達する前にボルト材料が降伏して終局状態になる。異形鉄筋と全ねじボルトはほぼ同様の傾向を示すが前者の方が付着力は大きい。異形鉄筋の埋込長が15d（d：ボルト径）の場合、他と変位特性が異なるのは、最大荷重に至る前にボルト材料が降伏しているからであり、材料強度と埋込長を適当に選べば靱性のあるアンカーボルトの設計が可能であることを示す。SD35の場合、埋込長は15dで充分である。なお同時に実験を行った支圧型ボルト（頭付きボルト）の変位曲線の代表例も図-1に示すが、変位量は付着型ボルトの方が小さい。

3-2. 付着耐力 最大荷重から求めた最大平均付着力 τ_{av} と埋込長の関係を図-2に示す。最大平均付着力は埋込長が増すに従って大

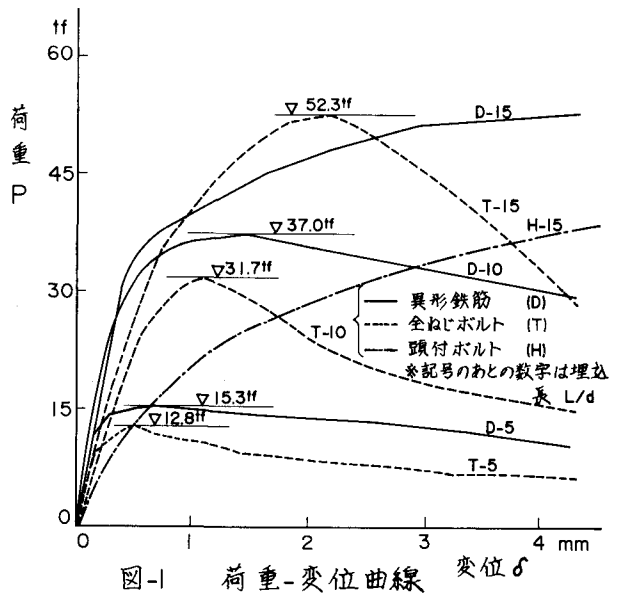


図-1 荷重-変位曲線

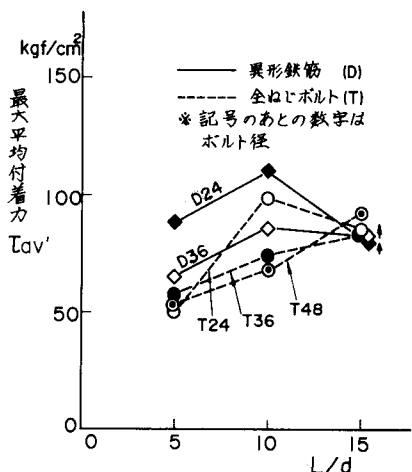


図-2 最大平均付着力と埋込長の関係

きくなる傾向を示す。異形鉄筋の15dの場合、材料が降伏したために小さな値となっているが、より高強度の材料を用いれば、全ねじボルトと同様の結果になると思われる。ボルト径の影響については、異形鉄筋の場合、径の小さいほど τ_{av} が大きくなる傾向があるが、全ねじボルトの場合は判然としない。

3-3. 付着力 歪測定結果によると、付着力は低荷重段階では浅部で大きい、荷重が増すにつれて全長にわたりほぼ一定となり、更に荷重が増え終局状態に近くなると深部の方が大きくなる傾向を示す。相対変位 δ_r と付着力 τ の関係を示すと図-3のようになり、埋込長が大きい場合と異り、深さによって異った $\tau-\delta_r$ 関係を示す。即ち浅部では比較的初期荷重段階で付着力が最大に達するが、深部では小さな相対変位で比較的大きな付着力を発揮する。また最大付着力は深部ほど大きくなる傾向を示す。

3-4. 変位量と付着力 図-4に異形鉄筋の平均付着力と変位の関係を示す。変位 δ を直径 d で無次元化すると直径の影響はなくなり、埋込長が短い場合、長い場合に比べ同じ変位に対する τ_{av} が大きくなる。これは文献の任意点の付着力と変位の関係と同じ傾向であり、ボルト自由端変位の影響によるものと思われる。変位と歪分布から自由端変位を計算すると異形鉄筋のすべての場合に自由端変位が生じ、図-1の荷重-変位曲線の変位急増点で自由端変位も急増していることがわかった。

3-5. 箱抜き方式との比較 箱抜き方式の場合、支圧型ボルトでは、埋込長5.10dの場合耐力低下がみられたが、異形鉄筋の場合、ほぼ同等の耐力を示す（図-5参照）。また充填材として無収縮モルタル（ $\alpha=600\%$ ）を用いると普通モルタル（ $\alpha=350\%$ ）の場合に比べ、付着力、耐力が増加することがわかる。

4. あとがき

本実験を通じ、付着型ボルトの静的引抜荷重に対する付着力特性が明らかになった。付着型ボルトの場合、ボルト材料強度、埋込長を適当に選ぶことにより、支圧型ボルトと同等の安全率を有するアンカーボルトの設計が可能と思われる。今後、初期軸力が存在する場合の挙動、繰返し荷重の影響等についても検討する予定である。

（文献）1. 建築学会、各種合成構造設計指針・同解説、1985

2. 栗原他、土木技術、投稿中

3. 山尾他、土木学会論文報告集、No.343, pp.219-228, 1984.3

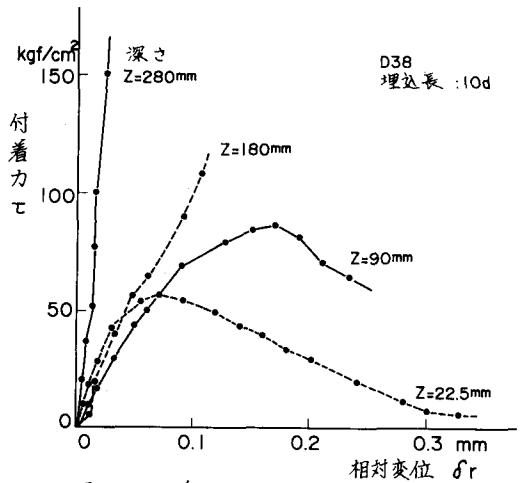


図-3 付着力と相対変位の関係

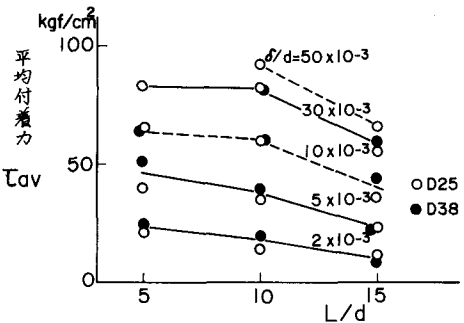


図-4 平均付着力と埋込長の関係

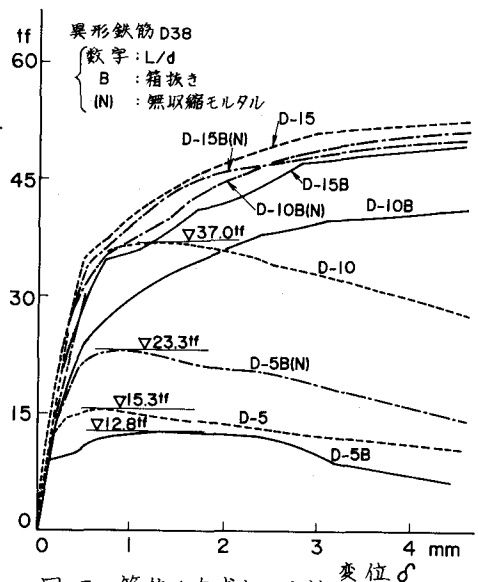


図-5 箱抜き方式との比較