

複数本アンカーボルトのせん断耐力にボルト孔径が及ぼす影響

ショーボンド建設株式会社 正会員 ○鈴木 雄飛
 ショーボンド建設株式会社 正会員 木田 秀人

1. 目的

落橋防止システムや支承取替で用いられる鋼製ブラケットのアンカーボルト用の孔径は、一般的に JIS B 1001 (ボルト穴径及びざぐり径) の 3 級が適用されている。ブラケット 1 基あたりのアンカーボルト本数が多い場合 (例えば 30 本程度以上)、施工上の理由で孔径を大きくする必要が生じるが、この場合アンカーボルトに作用するせん断力が不均等となり設計で見込んだ耐力を有しないことが予想される。

今回、アンカーボルトの径と孔径をパラメータとして、鋼製ブラケットを介したせん断試験を実施し、せん断耐力に及ぼす影響を検討した。また、アンカーボルト周囲の空隙部にエポキシ樹脂を充填した場合と未充填の場合の試験を行い、その影響を確認した。

2. 試験方法

試験条件を表 1 に示す。試験パラメータは、孔径の違い (設計想定孔, JIS 孔, 拡大孔), およびアンカーボルト孔内の樹脂充填の有無とし、アンカーボルト 3 本を横型 (図 1) および縦型 (図 2) の配置の試験体 (計 12 種類) とした。各アンカーボルトと鋼製ブラケットの孔上部の空き量を変化させ、特定のアンカーに荷重がかかりやすい構造とした。樹脂充填の試験体は、ブラケットアンカー孔内にエポキシ樹脂系接着材 (圧縮降伏強度 64N/mm^2 , 圧縮弾性係数 $2,410\text{N/mm}^2$) を注射器で注入・充填し、 20°C 下で 7 日以上養生した。

アンカーボルト径は M24 と M41 の 2 種類とし、アンカーボルト径と孔径の比率を合わせており、試験は 2000kN ジャッキを用いて鋼製ブラケット (上側) に荷重を行い、3 本のアンカーボルトがせん断破壊するまで静的荷重を実施した。計測項目はロードセルによる荷重と、鋼製ブラケット (上側) のアンカーボルト周辺に設置したひずみゲージにてひずみを計測した。

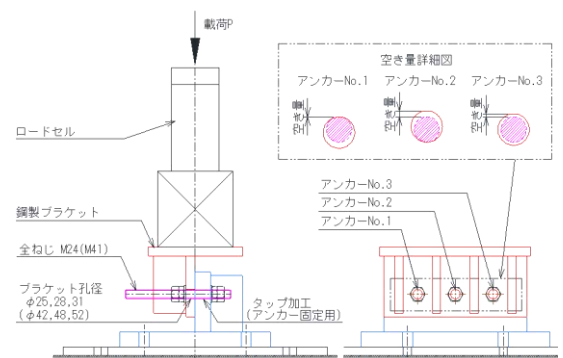


図 1 試験体図 (横型試験体)

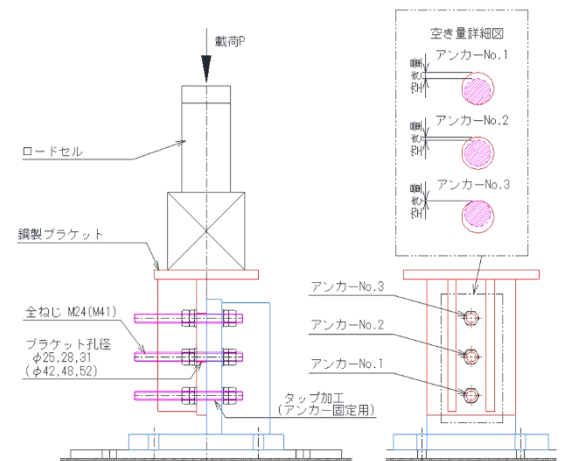


図 2 試験体図 (縦型試験体)

表 1 試験条件

種別	ブラケットアンカー孔内：樹脂なし			ブラケットアンカー孔内：樹脂あり		
	アンカー	孔径	アンカー上部の空き量	アンカー	孔径	アンカー上部の空き量
設計想定孔	M24×3 本	φ 25	0.5mm	M41×3 本	φ 42	0.5mm
JIS 孔	(鍛造 JIS ねじ)	φ 28	0.5~3.5mm	(US アンカー)	φ 48	0.5~6.5mm
拡大孔	横型および縦型配置	φ 31	0.5~6.5mm	横型および縦型配置	φ 52	0.5~10.5mm

キーワード アンカーボルト, せん断耐力, ボルト孔径, 拡大孔, 樹脂充填

連絡先 〒305-3003 茨城県つくば市桜 1-17 ショーボンド建設(株) TEL029-857-8101

3. 試験結果

3.1 アンカーボルト破断のタイミング

各アンカーボルトの破断は、樹脂なしの JIS 孔および拡大孔において 1 本または 2 本ずつ生じた。その他条件では樹脂ありを含めて 3 本が同時破断した。

3.2 せん断耐力と孔径との関係

横軸を孔径とアンカー径の比を示し、縦軸に各試験で得られた最大荷重 P を基準荷重 P' で無次元化した P/P' の関係を図 3 に示す。基準荷重 P' は別途行ったアンカー 1 本のせん断試験で得られた最大荷重の 3 倍 (M24 では 409kN, M41 では 1296kN) である。樹脂あり、なしともに設計想定孔径では最大荷重は最大 5% ほど低下した。樹脂なし条件では、JIS 孔径で 12~19% の低下、拡大孔で 31~48% の低下であった。一方、樹脂あり条件では、JIS 孔径で 5% の低下、拡大孔でも 8~10% の低下に留まった。樹脂を充填することによりアンカー破断のタイミングのずれが抑制され、ブラケット全体でのせん断耐力が大幅に改善されていることがわかった。なお、アンカー径の違い (M24 と M41) は、設計想定孔のせん断耐力比で差がない結果であったことから、影響はないと考える。

3.3 各アンカーの荷重分担率

図 4 に縦型試験体の拡大孔の条件における各アンカー周辺のひずみの割合を試験荷重履歴で示す。ひずみ割合が大きいアンカーほど荷重を負担しているとみなすことができ、a) 樹脂なし条件では一部のアンカーに荷重が偏りアンカー破断のタイミングがずれているのに対して、b) 樹脂あり条件では載荷直後から各アンカーの荷重分担率が均等であることが分かる。

4. 充填樹脂の荷重分担効果について

充填樹脂の圧縮弾性係数はアンカーの 1/80 と非常に小さいが、拡大孔においても充填樹脂が荷重を分担していることが確認できた。これは、アンカー周りに充填された樹脂がナットや座金、鋼材により横ひずみを拘束された状態であったことで見かけの圧縮弾性係数が上昇したことが要因と考える。なお、試験後に樹脂は完全に充填されていたことを確認している。

5. まとめ

鋼製ブラケットのアンカーボルト用の孔径を一般的な設計で適用されている JIS 孔径とした場合、樹脂なしの条件でせん断耐力は 12~19% の低下であったが、拡大孔とした場合 31~48% の低下が確認された。拡大孔で孔内に樹脂を充填した場合、せん断耐力の低下は 10% 程度となり、拡大孔を適用する場合、樹脂を充填する対策は有効であることを示した。なお、樹脂の充填性が耐力に及ぼす影響が大きいことから注意が必要である。

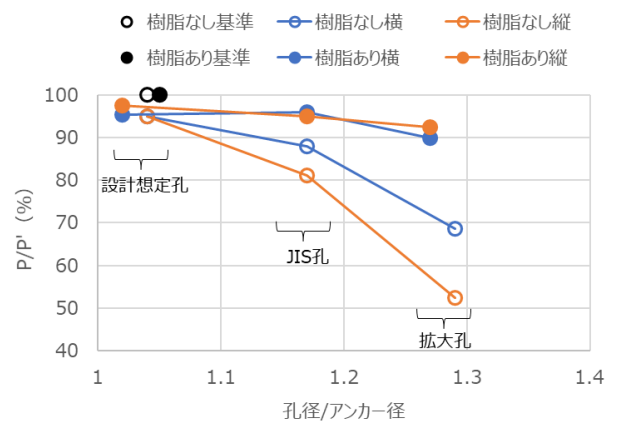
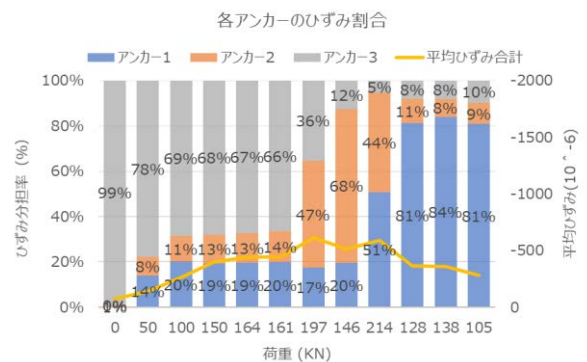
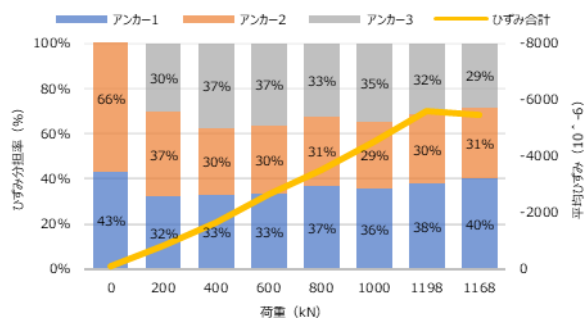


図 3 孔径/アンカー径比と P/P' の関係



a) 樹脂なし (M24 縦型-拡大孔)



b) 樹脂あり (M41 縦型-拡大孔)

図 4 ひずみによるアンカー荷重分担率