

V-505

鋼管・コンクリート複合構造高橋脚の開発（その1）

— スパイラルリブ付鋼管の付着試験 —

日本道路公団福岡建設局

正会員 水田 富久

日本道路公団日田工事事務所

馬淵 勝美

（株）大林組技術研究所

正会員 大内 一

（株）大林組技術研究所

正会員 入沢賢一

1. 序

高橋脚の省力化・急施工を目指した新技術として、鋼管・コンクリート複合構造橋脚の開発に取り組んでいる。本構造は、施工上の利便性や経済性から、断面内に複数の鋼管を配置し、さらに急速施工や鉄筋工削減という点から帯筋に代わり、PCストランドを巻き付けている。また鋼管の定着部には外面スパイラルリブ付鋼管を用いた簡便な定着を図っている。現在建設中である大分自動車道横道橋における試験工事によれば施工性の向上効果は大きく、本工法に期待されるものは大きいと考えている。

本研究は1)スパイラルリブ付鋼管の定着性能、および2)鋼管周囲の補強効果を調べ、設計の妥当性を確認することを目的に外面スパイラルリブ付鋼管と定着部コンクリートとの付着性状を調べる試験を行い、検討したものである。

2. 試験内容

2.1 試験体 コンクリートに付着割裂ひび割れが発生し、付着強度を低下させるのを防ぐため、実橋脚鋼管周りにはリング補強筋を配置した。本試験ではこのリング補強筋の効果も併せて確認するため、補強筋有（B-R）と無し（B-0）の2体を作製した。鋼管は、実橋脚の定着部で使用する外面スパイラルリブ付鋼管 $\phi 1,400 \times t19$ （径厚比74）を念頭に置き、実験規模、市販製品を勘案し $\phi 600 \times t9$ （同67）を使用する。相似則に基づき設計されたリング補強筋は、D13の溶接併合型リング筋を45mmピッチで配置する。鋼管周囲のコンクリート巻厚については、偏心を少なくすること、載荷装置の取り付けなどを考慮して、橋脚断面程度とした。実際のフーチングははるかに大きな断面であり、従って安全側で付着強度を評価することになる。

以上のようにして設計した試験体の形状寸法配筋を図-2に示す。ここに載荷能力の関係から、試験区間は上スタブ端から300mm（0.5D）の区間とする。なお鋼管内は実橋脚と合わせ、コンクリート充填とした。

2.2 使用材料 コンクリートの示方配合と付着試験材令での材料試験結果を表-1に、スパイ

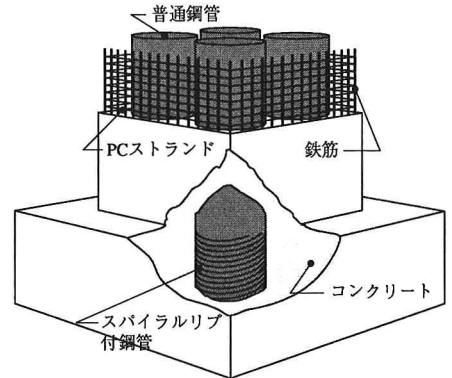


図-1 鋼管・コンクリート複合構造高橋脚

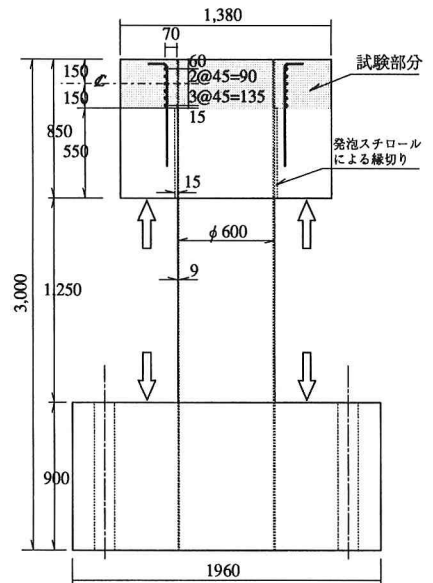


図-2 試験体形状・寸法・配筋

表-1 コンクリートの示方配合と材料試験結果

W/C(%)	S/a(%)	単位量(kg/m ³)						圧縮強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)	割裂強度 (kgf/cm ²)	材令 (日)
		W	C	S	G	AE減水剤					
60.3	51.4	178	295	919	878	0.959		320	2.53×10^5	28.6	21

Fc = 300 kgf/cm², 早強ポルトランドセメント, Gmax = 13 mm

ラルリブ付鋼管の引張試験結果を表-2に、また鉄筋の引張試験結果を表-3に示す。

2.3 試験方法 上下スタブ間にセットする4台の300tfジャッキを用いて上スタブを押し上げることに、リブ付鋼管を引き抜く。載荷は4台のジャッキ荷重が一樣となるよう1台のポンプで連動制御しながら単調載荷する。最大荷重近傍までは荷重制御で、その後は変位制御で載荷する。

計測については、変位はコンクリートと鋼管の相対すべり量を試験区間（300mm）上下端円周方向3断面で測定する。なお下端のすべりは埋め込みパイプ中の鋼棒をスタブ下側まで引き出し、同一治具に取り付けた高感度変位計で独立に測定して変位の差として求める。

3. 試験結果

3.1 破壊状況 ひび割れ発生荷重を表-4に示す。最初に上スタブ天端の鋼管に沿って発生（付着切れによる）した後、放射上の付着割裂ひび割れが発生する。B-0試験体は、この付着割裂ひび割れが発生した直後に最大荷重に達する。一方B-R試験体は、このひび割れが発生した後も、荷重は若干増加する。リング補強筋がひび割れの成長を抑止したものと思われる。なお表中の荷重は全引き抜き荷重を全付着面積で割って求めた平均付着応力度で定義する。

3.2 付着応力-すべり関係（ τ -S関係） 両試験体の τ -S関係を図-3に示す。ここに付着応力 τ とすべりSは以下の式で定義する。

$$\tau = \Sigma P_i / \pi DL, S = (S_u^{av} + S_l^{av}) / 2$$

ΣP_i : 4台のジャッキ荷重の合計

D : 鋼管径（600mm）

S_u^{av}, S_l^{av} : 試験区間のそれぞれ上下端でのすべりで、円周方向3断面の平均値

ここに、4台のジャッキのバラツキは最大10%程度であるが、円周方向3断面のすべりに大差はなく、ほぼ軸対象載荷がなされている。表-4にも示したように、付着強度としてB-0試験体：56kgf/cm²に対し、B-R試験体：68kgf/cm²と約2割の増加を示した。設計に用いた地震時許容付着応力度24kgf/cm²は弾性域にあり、且つこれに対し2.8倍の強度を有することになる。

4. 結語

特別な補強を有さないリブ付鋼管のみの付着強度56kgf/cm²に対し、実橋脚と同様鋼管周りに割裂破壊制御用のリング筋を配した場合、68kgf/cm²の付着強度を得た。設計で用いた地震時許容付着応力度24kgf/cm²に対し2.8倍の安全率であり、設計の妥当性が確認できた。

本研究を実施するにあたり、東京大学工学部岡村甫教授、前川宏一助教授よりご指導を頂きました。ここに記して深謝致します。

表-2 リブ付鋼管の仕様と引張試験結果

種別	公称径	公称肉厚	引張強度 (kgf/cm ²)	伸び(%)	降伏強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)
SKK490	600mm	9mm	5,289	23.1	3,856	2.09×10 ⁶

表-3 鉄筋の引張試験結果

規格	呼び名	引張強度 (kgf/cm ²)	伸び(%)	降伏強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)	用途
SD345	D13	5,170	19.6	3,436	1.92×10 ⁶	リング補強筋
	D19	5,771	17.5	3,855	1.89×10 ⁶	上スタブ内縦筋および上筋

表-4 ひび割れ発生荷重

試験体	B-R リング補強筋有	B-0 リング補強筋無
	τ (kgf/cm ²)	τ (kgf/cm ²)
上スタブ天端の鋼管に沿うひび割れ	20.2	18.0
上スタブ天端の放射状のひび割れ	57.5	53.6
上スタブ側面の鉛直方向のひび割れ	57.5	53.6
最大荷重	68.1	56.1

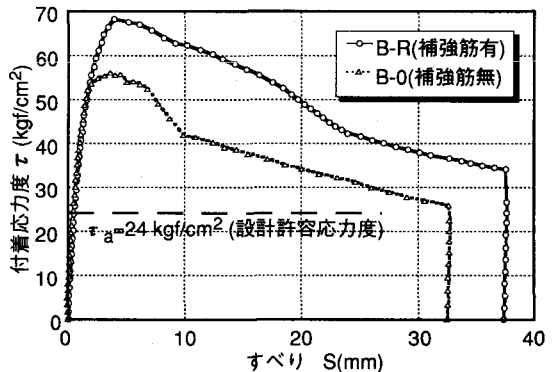


図-3 付着応力-すべり関係