

V-613 鋼管を用いた合成構造橋脚定着部の耐荷性状

三井建設(株)技術研究所	正会員	篠崎 裕生
同上	正会員	三上 浩
日本鋼管(株)基盤技術研究所	正会員	岡本 隆
同上	正会員	水谷 慎吾

1、はじめに

著者等は、施工の省力化を目的として、鉄筋代替の外面リップ付き鋼管、型枠兼用のプレキャストコンクリートセグメントおよび中詰めコンクリートからなる合成構造橋脚を考案し、その力学特性について検討を行ってきた[1, 2]。本研究は、合成構造橋脚の定着部に着目し、定着方法を鋼管の埋込み形式とした場合の定着性状を、鋼管の埋込み深さおよびスタッドの有無をパラメータとして検討した。その結果、埋込み深さが鋼管径の1.5倍の試験体ではフーチングに大規模なせん断破壊面が生じること、本試験体の規模では、スタッド補強によるフーチングのせん断破壊の抑制が見られないこと等が明らかとなった。また、鋼管下端の支圧力に着目し定着部耐力を算定した結果、鋼管埋め込み深さと破壊モードの関係を表現することができた。

2、実験概要

試験体は、フーチングの大きさが幅 1400×奥行 2000×高さ 900mm、柱の断面寸法は 320×620mm で、せん断スパン長は 1800mm とした。本研究では、定着部の性状に着目するためプレキャストコンクリートセグメントはモデル化しなかった。

鋼管の外径 200mm に対し、埋込み深さは 600mm(3D)、400mm(2D)、300mm(1.5D)の3種類とし、1.5D 試験体については埋込み部に頭付きスタッド(13φ、L=80mm)を配置したものも加えた(1.5DS)。図-1に試験体の形状を示す。

鋼管は厚さ 7mm で、シームレスの厚板鋼管から高さ 2.5mm、幅 4mm、間隔 40mm の外面リップを削り出したものを使用した。コンクリートの配合は全試験体共通とした。表-1および表-2に使用した鋼材とコンクリートの力学特性を示す。水平力の加力サイクルは、降伏変位 δy を鋼管が降伏ひずみに達したときの載荷位置での変位量とし、正負 3 回づつの繰り返しで $\delta y, 2\delta y, 3\delta y, \dots$ と加力した。

3、実験結果

2D、1.5D 試験体の荷重-変位履歴曲線を図-3に示す。

2D(3D)試験体の降伏変位 δy は 7.4(6.9)mm で、6(7) δy で最大耐力を示したあと柱基部のコンクリートの圧壊が進行するとともに耐力が徐々に低下し、13(15) δy で鋼管の座屈、15(16) δy で鋼管に亀裂が生じて耐力が大きく低下し試験を終了した。損傷は柱基部に集中し、フーチングに大きな損傷は見られなかった。

1.5D 試験体の降伏変位 δy は 9.6mm で、3 δy で最大耐力を示し、4 δy サイクル目の加力途中でフーチングに鋼管を中心とした円周状のひびわれが生じて耐力が低下した。4 δy の 2、3 サイクルでひびわれ面が徐々に浮き上がり、さらに耐力が低下したため試験を終了した。耐力低下の原因となった円周状のひびわれは、フーチング固定用の PC 鋼棒の位置にまで達し、試験終了後の調査で、ひびわれ面が鋼管の下端近くまで達

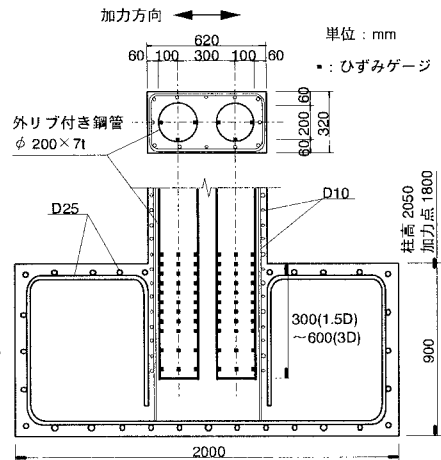


図-1 試験体の形状

表-1 コンクリートの力学特性(kgf/cm²)

	圧縮強度	引張強度	弾性係数
フーチング	497	33.9	3.411×10^5
柱	432	31.4	3.454×10^5

表-2 鋼材の力学特性(kgf/cm²)

	降伏強度	引張強度	弾性係数
鋼管(STKM13A)	2769	4592	2.10×10^6
鉄筋 D10(SD295)	3758	5183	1.91×10^6
スタッド φ13(SS400)	3259	4832	2.11×10^6

していたことが確認された。

1.5DS 試験体の降伏変位 δy は 7.3mm で、5 δy までは耐力を保持したが、6 δy の 1 サイクル目で 1.5D 試験体と同様に、円周状の破壊面が生じて耐力が低下した。2 サイクル目でさらに耐力が低下したため試験を終了した。

3、定着部耐力の検討

フーチングに生じた円周状のひびわれは、鋼管埋込み部の回転による生じる鋼管下端の支圧力や、引張側鋼管の引き抜き力、さらに繰り返し载荷の影響など種々の要因が混在して発生したと考えられる。ここでは、鋼管下端に発生する支圧力に着目し検討を行った。

図-4に示す水平力と支圧力 Q_1 、 Q_2 の釣り合いから、支圧力 Q_1 は式(1)で求められる[3]。

$$Q_1 = \frac{(h_0 + d_c)}{(d - d_c)} Q \quad (1)$$

よって、鋼管の支圧力によるせん断破壊によって決まる耐力 Q_a は式(2)で示される。

$$Q_a = \sigma_t \times A_{sh} \times \frac{Q}{Q_1} \quad (2)$$

ここに、 σ_t : コンクリートの引張強度、 A_{sh} : せん断破壊面の面積である。本試験体の場合、水平力は 2 本の鋼管で均等に受け持つと考え、せん断破壊面を生じた側の鋼管 1 本について水平力 P を 1/2 にして計算を行った。また、せん断破壊面はひびわれ状況を参考に、鋼管下端から試験体固定用の PC 鋼棒の位置まで鋼管中心から 90°に開いた面を仮定した。表-3に示した計算結果は、せん断破壊によって決まる耐力 Q_a は 1.5D 試験体で加えた最大水平力の 1/2 以下となり、定着部のせん断破壊の可能性が高いことを示した。

ここでの水平力の扱いや破壊面の仮定には、未だ検討の余地があるが、概ね鋼管の埋込み深さと破壊モードの関係を表現していると考えられる。

4、まとめ

①鋼管の埋込み深さが 1.5D (D は鋼管径) の試験体は、4 δy (スタッドを配置した場合は 6 δy) で鋼管下端からフーチング上面へ至るせん断破壊面が生じたため、3D や 2D 試験体のような靱性率が確保出来なかった。

②水平力の釣り合いから求めた鋼管下端に生じる支圧力と、破壊面におけるコンクリートのせん断耐力の関係から、鋼管埋込み深さと破壊モードの関係を表現することが出来た。

5、参考文献

- [1] 篠崎裕生, 三上 浩, 加島清一郎, 跡部俊郎, 田村多佳志: リブ付き鋼管とコンクリート合成構造梁の力学特性, 三井建設技術研究報告, No. 18, pp. 39-47, 1995
- [2] 跡部俊郎, 田村多佳志, 岡本 隆, 水谷慎吾: プレキャストセグメントと鋼管からなる合成構造橋脚の力学特性に関する研究, コンクリート工学論文集, Vol. 6, No. 2, pp. 107-117, 1995. 7
- [3] 秋山 宏, 黒沢 稔, 和国信之, 西村 功: 鋼構造埋込形式柱脚の強度と変形, 日本建築学会論文報告集, 第 335 号, 1984. 1

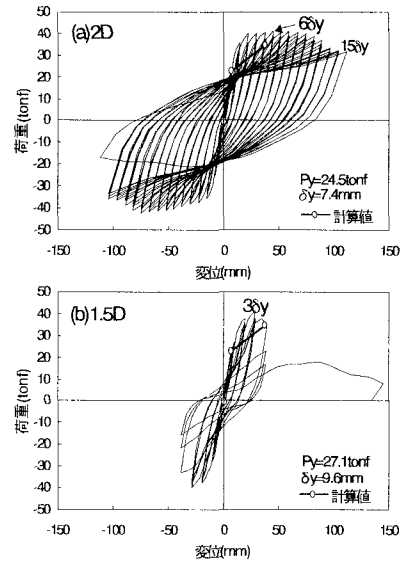


図-2 荷重-変位曲線

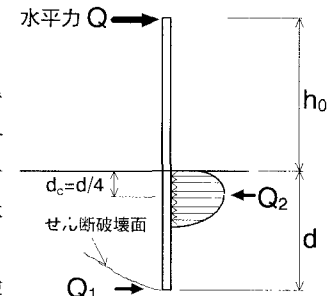


図-3 支圧力の概念

表-3 定着部の耐力

試験体	3D	2D	1.5D
最大支圧力 Q_1 (kgf)	90.4	130.5	171.3
せん断破壊面積 (cm ²)	7208	5200	4502
σ_t (kgf/cm ²)	33.9	33.9	33.9
$Q_a(t)$	56.4	27.8	18.3
$Q(t)=P/2$	20.9	20.6	20.6