部分充填したコンクリート充填鋼管の端部拘束構造の効果に関する検討

日立造船　正会員　○木村政敏　日立造船　正会員　数藤久幸
同　上　正会員　北村幸嗣　同　上　正会員　松野　進

1．はじめに

近年，コンクリート充填鋼管（以下 CFT とする）は，高い耐荷力及び靭性を有する構造ならびに施工の省力化に伴うコスト縮減の観点から橋梁及び桟橋等の土木構造物でも採用されつつある．しかし，鋼管にコンクリートを打設すると重量増加に伴い基礎構造への負担が大きくなり，コストアップの要因となることが考えられる．そこで本研究では，この問題を解決するために軽量化を考慮して鋼管の軸方向及び断面の 1/2 部分充填した CFT の曲げ試験を実施し，その強度に大きく影響する端部拘束の構造の効果について報告する．

2．試験体及び試験方法

試験体は，端部拘束の構造を（1）PBL を縦十字方向に 4 枚配置，（2）PBL を斜め 45 度に 2 枚配置，（3）ドーナツ型ダイヤフラム，（4）端部拘束無しの 4 種類とし，それぞれ TYPE1，TYPE2，TYPE3 及び TYPE4 とした．表 1 に各構造の寸法を示す．コンクリートの充填範囲は，図中のハッチングのように TYPE1，3，4 については 1180mm とし，TYPE2 は，断面の 1/2 の圧縮側のみとした．また，拘束金具がコンクリートに結合されやすいように 90mm 余分にかぶせた．また，両側の延長部分のコンクリートとの間に 20mm の隙間を設け，端部でずれが発生した場合にずれを拘束しないようにした．図中の☆印は，ひずみ計測位置を示す．載荷は，試験体の中央に鞍型の載荷治具を 3 mm 厚のゴムシートを介して設置し，3 点曲げ試験とした．コンクリートの設計基準強度は，45N/mm2，4 週強度実測値は 75N/mm2 であった．

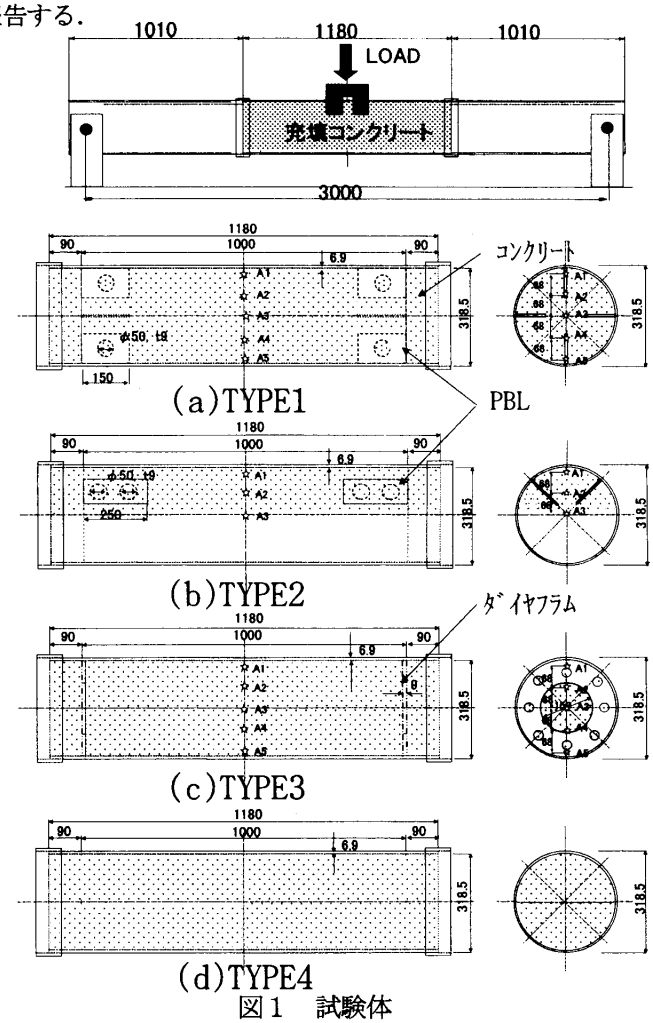
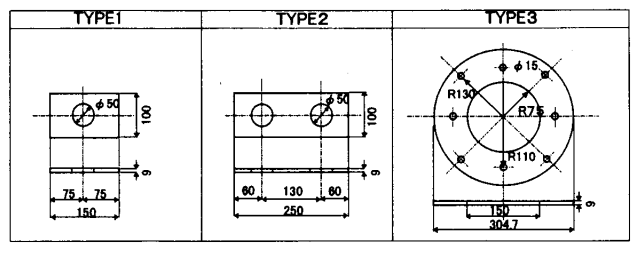


図1　試験体

3．試験結果

図2（a）は，各試験体の荷重－変位曲線を示す．図中の設計荷重は，許容応力度[1)]に基づいて求めた．図2（b）には，初期のたわみ剛性を求めるために各試験体のひび割れ発生荷重近傍の荷重－変位曲線を示した．表2には，試験結果一覧を示す．ここで，表2中のたわみ剛性の初期値及び設計荷重時は，それぞれ初期荷重10kN及び設計荷重112kN時の荷重－たわみ曲線の勾配とした．また，曲げ耐力比較のための曲げ耐力評価式[1)]は，鋼管とコンクリートとの一般累加強度として求めた．靭性を示す吸収エネルギーは，たわみ量30mmまでの荷重－変位曲線の面積から求めた．

表1　孔あき鋼板ジベル及びダイヤフラムの寸法



キーワード：コンクリート充填鋼管，孔あき鋼板ジベル，部分充填，軽量化，ダイヤフラム
連絡先：〒559-8559 大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 TEL06-6569-0114 matsuno@.hitachizosen.co.jp

3．1　TYPE 1 の特性

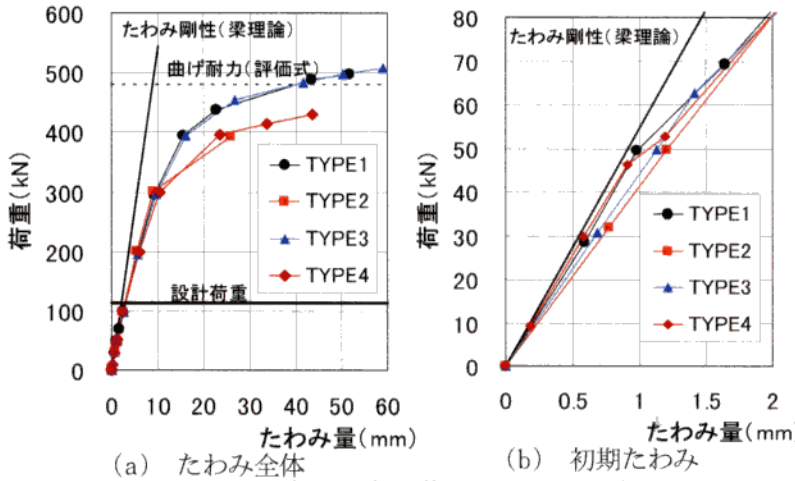
図 2 には，支間中央の荷重たわみ曲線を示す．TYPE1 は，約 50kN でひび割れが発生し剛性低下しているが，それまでは梁理論とほぼ一致し，合成断面としての挙動をしている．TYPE 1 の曲げ耐力及び吸収エネルギーは，表 2 に示すように TYPE4 に比べそれぞれ 1.14 倍及び 1.11 倍増加している．曲げ耐力は，終局耐力評価式で求めた値以上で，設計荷重と比較すると約 4.3 倍の余裕がある．このように TYPE 1 の曲げ耐力及びエネルギー吸収能力は，十分あり PBL による端部拘束の効果は高い．

3．2　TYPE2 の特性

軽量化を考慮した TYPE2 は，TYPE 1，3 及び 4 に比べ重量が約 60%に低減する．たわみ剛性は，表 2 に示すように設計荷重時には 35.3kN/mm と最も大きくなった．また，曲げ耐力は，TYPE4 に比べ約 0.9 倍であった．このようにたわみ剛及び曲げ耐力が十分あるのは，図 3(b)のコンクリートのひずみ分布で示すように，TYPE 1 及び 3 に比べひび割れ発生後の荷重 125kN でコンクリートの圧縮域が引張域に比べて大きいことが考えられる．このように，TYPE2 は，ある定められた荷重に対しては十分なたわみ剛性及び曲げ耐力が得られる．

3．3　TYPE3 の特性

TYPE3 のひずみ分布は，図 3（c）に示すように荷重 443kN で中立軸が断面中央から約 100mm 移動し，評価式による曲げ耐力時の中立軸よりも大きく圧縮側に移動している．これは，TYPE 1 とは異なりひび割れが支間中央のひずみセンサー位置から発生したためと考えられる．TYPE3 のたわみ剛性，曲げ耐力及び吸収エネルギーは，TYPE4 に比べそれぞれ 1.06 倍，1.16 倍及び 1.09 倍増加し，TYPE1 の強度結果とほぼ同等でダイヤフラムによる端部拘束の効果は高い．

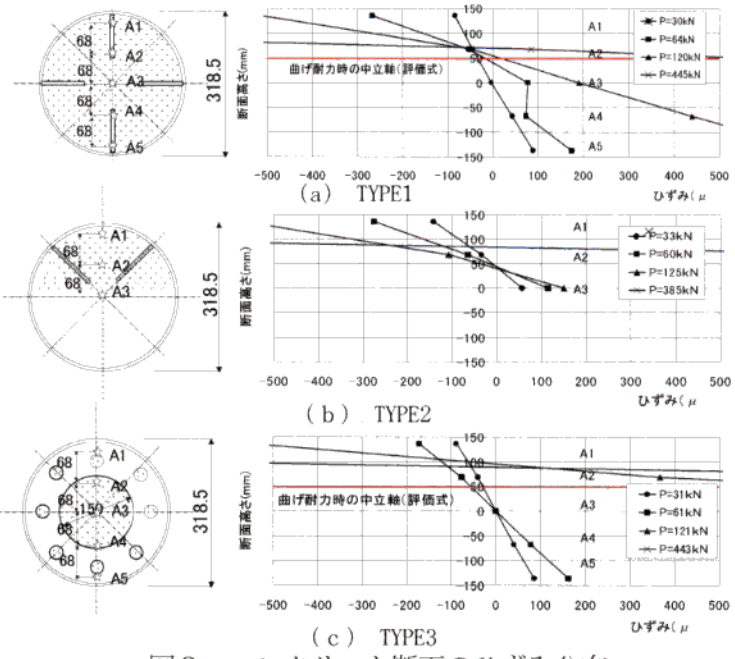


（a）　たわみ全体　　（b）　初期たわみ

図 2　支間中央の荷重－たわみ曲線

表 2　曲げ試験結果

TYPE	たわみ剛性				曲げ耐力			吸収エネルギー	
	実験値			梁理論	実験値		評価式	実験値	
	初期値	設計荷重時		合成	kN	比率	kN	kNmm	比率
	kN/mm	kN/mm	比率	kN/mm					
TYPE1	48.4	31.6	1.08	54.4	497	1.14	481	9519	1.11
TYPE2	41.1	35.3	1.20		392	0.90		7037	0.82
TYPE3	44.8	31.1	1.06		508	1.16		9410	1.09
TYPE4	49.9	29.3	1.00		437	1.00		8611	1.00



（a）　TYPE1

（b）　TYPE2

（c）　TYPE3

図 3　コンクリート断面のひずみ分布

3．4　TYPE4 の特性

TYPE4 の設計荷重時のたわみ剛性は，TYPE1 及び 3 に比べると 0.93 倍及び 0.94 倍である．また曲げ耐力は，設計荷重に比べ 3.9 倍で，鋼管とコンクリートとの付着及び摩擦が強度及び靭性に十分寄与している．限界状態時の安全性を考慮すると TYPE4 は，さらに余分にコンクリートを充填することでずれ止め無しでも，終局強度及び靭性を TYPE1 及び 3 に近づけられると考えられる．

4．　まとめ　端部拘束のある TYPE 1，3 は，TYPE4 に比べ曲げ耐力及びエネルギー吸収能力が十分あり端部拘束の効果は高い．また TYPE4 の曲げ耐力は，設計荷重に比べ 3.9 倍で，鋼管とコンクリートとの付着及び摩擦が強度及び靭性に十分寄与している．TYPE2 は，ある定められた荷重に対しては十分な曲げ耐力がある．

参考文献　1）（社）新都市ハウジング協会：CFT 構造技術指針・同解説，2000 年