

新日本製鐵株式会社

正社員 長谷川 幸也

〃 西田 修治

〃 岡山 弘周

1. まえがき

鋼管ぐいは、材料としての強度が強く、より深い堅固な支持層まで打ち込み可能という長所を持っている。現在、鋼管ぐいの使用に際して、ぐい先端、および、ぐい頭部に補強バンドを採用する場合がある。ぐい先端の補強バンドを採用した理由のうち主なものは、

1. 打ち込みの際の障害物、傾斜地盤、岩盤などに対するぐいの破壊防止など、施工上の補強のため(69.8%)
2. 断面形状の弱点をカバーするため(14.2%)
3. フリクションカッターとしての役目と期待するため(4.9%)

などである。また、ぐい頭部の補強バンドを採用した理由のうち主なものは、

1. 打ち込みの際の過大応力を考慮して(81.3%)
2. 取扱い中の変形防止のため(肉厚が薄い場合のみ)(10.2%)
3. 中ぐい、下ぐいについては、現場つぎ作業に便利であるから(4.0%)

などである。

しかし、補強バンドを採用するか否かは、設計者の判断によるものが多く、また、補強バンドの設計方法(バンドの材質、長さ、肉厚、ぐい本体への取付法、先端段つき寸法、容接脚長等)は、考え方も明確でなく、実にまちまちである。補強バンドの設計法、および、その標準化がなされれば、設計者、ぐい製作者等にとって非常に好ましいことである。

以上の要求に基づき、その第一段階として、静的圧縮試験を行ない、鋼管ぐい本体とそのバンド部分のひずみ分布、荷重分担、および、座屈荷重、座屈形状等を調べることにした。

2. 試験目的

ぐい端部補強バンドの形状(先端段つき寸法、容接脚長等)の相違により、その効果にどのような差異があるかを調べる。すなわち

1. 鋼管とバンド部分とのひずみ分布
2. 荷重分担(ひずみ分担)
3. 座屈荷重
4. 座屈形状(破壊の形状)

などにどのような差異がみられるかを調べることにより、補強バンドの効果の解明と計るとともに、設計法(取付方法)確立のための一資料とする。

3. 試験要領

3-1. 試験供試体

試験供試体としては、図-1に示すように、A、B、C、および、Dの4つとした。素材は、STK 41、 $\phi 508 \times t 9.5$ を用い、鋼管の切断は機械切断とし、切断面が平行になるよう、また、切断面が平滑になるよう特に注意を払った。バンドの形状として次のようなものと考え、試験供試体と決定した。

すなわち

I法 — 補強バンドの長さ $l = 300$ 、肉厚 $t = 9.5$

先端段つき寸法 $C = 2t (= 19)$ 、溶接脚

長 $m = 0.7t (= 6.7)$

II法 — 補強バンドの長さ $l = 300$ 、肉厚 $t = 9.5$

先端段つき寸法 $C = t (= 9.5)$ 、溶接脚

長 $m = t (= 9.5)$

を考え

- 1) 試験体A …… 両端ともI法
- 2) 試験体B …… 両端ともII法
- 3) 試験体C …… 一端II法、他端はバンドなし
- 4) 試験体D …… 両端ともバンドなし

とした。

I法は、建築用鋼管ぐい施工指針・同解説(鋼材倶楽部・発行)に、くい先端補強バンドの標準的な形状として掲げられているものである。

3-2. 試験方法

試験機は、新日本製鐵、相模原技術センターの1000t万能構造物試験機を用い、各試験体に軸方向圧縮力を加えた。載荷は各試験体とも段階的(50t刻み)に載荷し、各荷重での鋼管本体および、補強バンド部分のひずみ(応力)を測定した。ゲージは、ポリエステルゲージ PL-5-11、および、PL-10-11、を用いた。ゲージの総枚数は252である。

4. 試験結果および考察

4-1. ひずみ測定結果

図-2に載荷重200tおよび300tの場合のひずみ分布図を示す。また、試験体Bをモデルとして、F・E・Mにより解析したものを同図中に示す。載荷重200tと300tの場合の曲線と比較すると非常によく似たひずみ分布を示しており、また、各試験体とも同様なひずみ曲線を示していることがわかる。バンド取付部の端部において、ひずみ分布曲線は大きく変動しているがこれは溶接による残留応力、および、肉厚の変化によるものと考えられる。しかし、F・E・Mによる解析のひずみ分布曲線も同様の変動をいくつか示していることから、単に、断面(肉厚)の変化によ

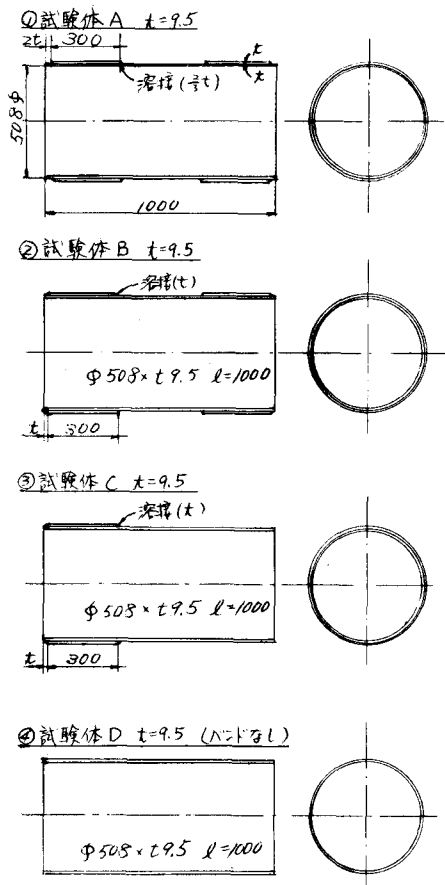


図-1 試験供試体

るものと考えるのが適当であるとも考えられる。いづれにしても、各試験体（特に、試験体AとB）とも同様のひずみ分布曲線を示している。

図-3に、鋼管のひずみ分担比（荷重分担比）を示す。これは、鋼管本体と補強バンドのひずみ分担比を求めたもので、

$$\text{鋼管の分担比} = (\text{鋼管のひずみ}) \div \{(\text{鋼管のひずみ}) + (\text{補強バンドのひずみ})\}$$

として求めた。

4-2. 座屈現象および座屈応力度

表-1に座屈荷重一覧表を示す。

写真A～D、および付図A～Dは、各試験体の座屈形状を示したものであるが、いわゆる提灯型の変形をしている。試験体A、Bと比較すると、A、B いずれも補強バンド端より8.0cm程度のところど局部座屈しているのは、肉厚の変化による影響、および、密着による残留応力の影響と考えられる。

これは、ひずみ測定の際の集中応力の発生位置と一致している。

5. まとめ

以上、本試験の結果をまとめると以下のごとくである。

1. 試験体AとBの補強バンドの効果にほとんど相違はない。
2. 補強バンドの効果は、そのひずみ分担に表われ、補強バンド中央部における鋼管の分担比は0.5～0.6である。（本鋼管とバンドの内厚が同じ場合）
3. 各試験体の座屈荷重は、いづれも同程度で、530t～538tであり、補強バンドの取付方法（先端段ノコ寸法、密着脚長）による相違はない。
4. 各試験体とも提灯型の座屈をし、座屈形状、および、座屈位置に大きな相違はない。

6. あとがき

今回の試験および、FEM解析により、補強バンドの形状（先端段ノコ寸法、密着脚長等）が異なっている、その効果にはほとんど相違はないことがわかった。

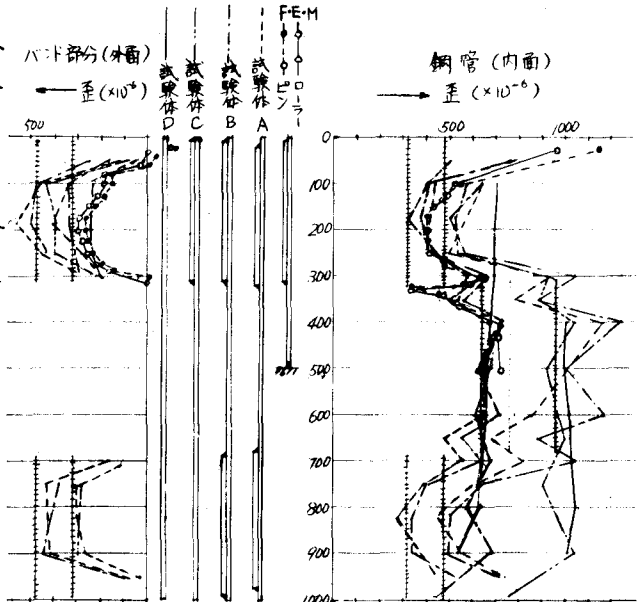


図-2 ひずみ分布図 (載荷重 200t および 300t)

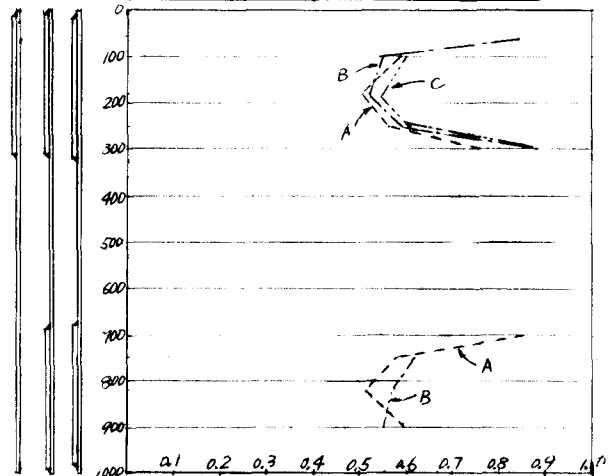


図-3 鋼管の分担比 (載荷重 200t および 300t)

また、F・E・Mによる理論解析が、試験結果と一致していることにより、試験結果の信頼性を高めるとともに、今後、F・E・Mにより、種々の補強バンドの取付方法(バンドの長さ、肉厚、先端段つき寸法、溶接脚長等)

表-1 座屈荷重一覧表

	試験体 A	試験体 B	試験体 C	試験体 D
座屈荷重	538 t	530 t	532 t	538 t
座屈応力度	3.62 t/cm ²	3.56 t/cm ²	3.58 t/cm ²	3.62 t/cm ²
座屈位置	上 7.9 cm	上 7.5 cm	上	上 7.4 cm
	下 8.2 cm	下 8.0 cm	下 6.0 cm	下 8.0 cm
肉厚 (座屈後)	9.50 mm		9.58 mm	9.52 mm

のものについて検討することが可能であることもわかった。

しかし、この試験は静的に圧縮力を加えたものであり、くいが実際に打ち込まれていく状態とは異なるので、打撃時に補強バンドがどのような役割を果たすかを調べるためには、打撃試験等の必要があると考えられる。

なお、F・E・Mによる解析については、東京工業大学、岸田英明氏、および、高野昭信氏に御援助いただきました。紙面を借りて厚くお礼申し上げます。

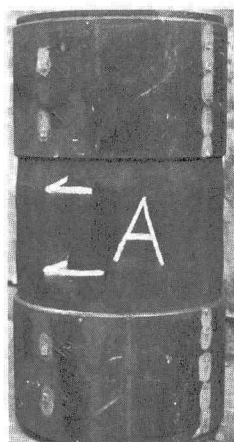
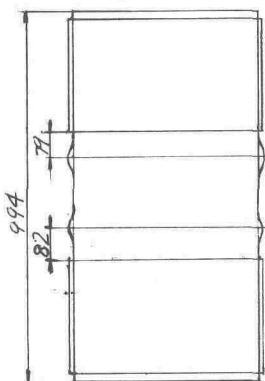


写真 A



付図 A

試験体 A (座屈後)

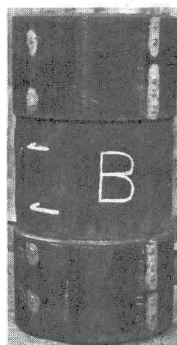
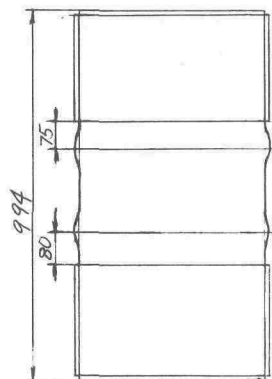


写真 B



付図 B

試験体 B (座屈後)

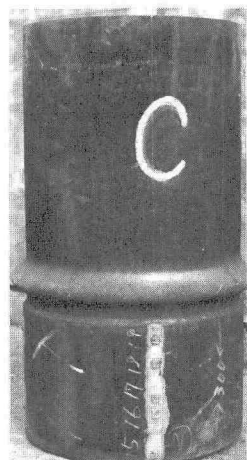
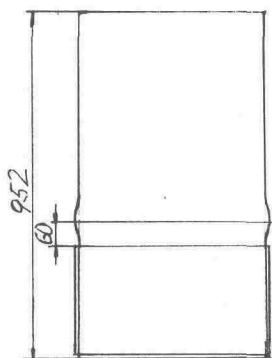


写真 C



付図 C

試験体 C (座屈後)

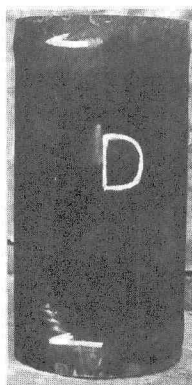
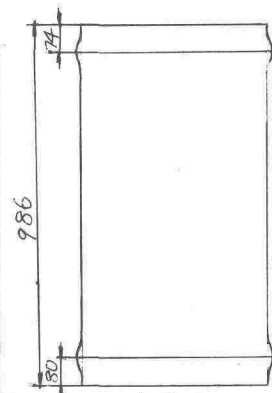


写真 D



付図 D

試験体 D (座屈後)