

I-157 コンクリート・鋼管構造の剛性に与える鋼管表面形状の実験的考察（2）

（鋼材表面の防食層がコンクリート付着力に及ぼす影響）

（株）クボタ 正員 池信 秀明 日本大学 正員 能町 純雄

1. まえがき

本報では防食層がコンクリート付着力・ずれ止め効果に与える影響について調べるため、ポリウレタン（以下PU）・ポリエチレン（以下PE）等の防食層を有する鋼材をコンクリート中に埋設した試験体により一軸引抜き試験を実施した結果について報告する。

2. 試験体

試験体は鋼材(SS41)形状を図1に試験条件を表1に示す。PUはウレタンエラストマー、PEは中密度型ポリエチレンを用いた。コンクリート（呼び強度300kg/cm²、スランプ8、粗骨材寸法20mm、早強混和剤）は、打設後3週以上養生し実験を実施した。試験体は各条件とも3体準備した。

3. 試験方法

試験は一軸引抜き試験とし、荷重条件を表2、試験装置の概要を図2に示す。

4. 試験結果

1) 防食層がコンクリート付着力に与える影響

(1) 荷重と変位

荷重－変位曲線を図3に示す。防食層の有無で異なる曲線が得られた。MN（ずれ止め無し、4面機械加工）は、最大荷重を示した後の荷重の減少は一定に近く、スティックスリップのため変動が大きい。測定荷重はコンクリートと鋼材表面の摩擦力によると考えられる。NN（防食層無し）では荷重が最大値を示した後、なだらかに減少する一方、変位は徐々に増加する。NU（PU）、NE（PE）は変位が始まり最大荷重に到達した後、急激に荷重が減少した後、変位の増加と共に緩やかに荷重が増加する。これはNEに顕著でPEの引張試験の荷重－歪曲線に似た挙動を示している。しかし試験後のPEには大きな伸びは認められなかった。

(2) 付着応力について

試験体MNの付着応力と荷重の関係は次式で表される。

$$P = \tau_{BM} \times \{ (W + B) \times 2 \times L \} \quad (1)$$

但しP：荷重、 τ_{BM} ：機械加工面のコンクリート付着応力、W：試験体の幅、B：試験体の奥行き、L：試験体の長さとする。変位の発生時の付着応力は $\tau_{BM} = 10.3 \text{ kg/cm}^2$ となった。2面を機械加工、残り2面を黒皮（NN）、PU塗装（NU）、PE塗装（NE）とした試験体の付着応力と荷重の関係は次式で表す。

$$P = \tau_{BM} \times B \times 2 \times L + \tau_{BP} \times W \times 2 \times L \quad (2)$$

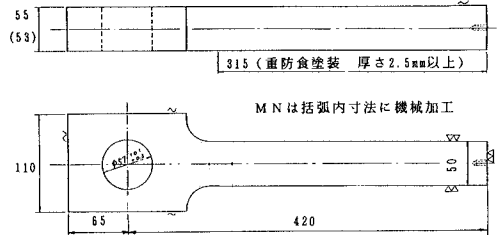


図1 (A) 鋼材形状（ずれ止め無し）

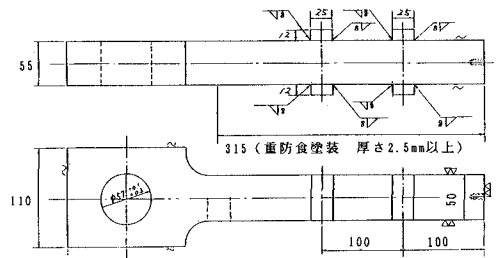


図1 (B) 鋼材形状（ずれ止め有り）

表1 試験条件と試験体記号

	防食なし	PU	PE
ずれ止め有り	RN（黒皮）	RU	RE
ずれ止め無し	NN（黒皮）	NU	NE
ずれ止め無し	MN（機械加工）		

表2 試験荷重条件

	ずれ止め有り	ずれ止め無し
20トンまで	500Kg定荷重制御	50Kg定荷重制御
20トン以上	300Kg定荷重制御	
変位が0.1mm/回を超えたとき	0.1mm変位制御	0.1mm変位制御

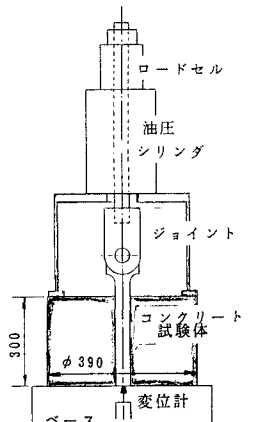


図2 試験装置の概要

但し τ_{BP} ：黒皮または防食層のコンクリート付着応力、 B ：試験体の奥行とする。 $\tau_{BM}=10.3\text{Kg/cm}^2$ として変位発生時の防食層のみの付着応力は表3となった。よって付着応力の比は、 $P\text{U}：P\text{E}：黒皮}=0.10：0.28：1.00$ となった。

最大荷重の時、同様の考え方で求めた抵抗応力（防食層付着応力と仮称）は、表3のように $P\text{U}：P\text{E}：黒皮}=0.31：0.2：1.00$ となった。

2) 防食層がずれ止め効果に与える影響

(1) 荷重－変位曲線の試験条件別傾向

荷重－変位曲線を図4に示す。いずれの防食層をもつ試験体でも変位が発生した後、亀裂が入り最大荷重に至って大きな割れが発生し破壊に至った。防食層のない試験体に比べ、有る試験体は亀裂の発生に至るまでの変位が大きい。これはコンクリートと鋼材間の圧縮力のため防食層に変形が起こり、ずれ止め支圧部側面の防食層は一部が下に変形移動し、支圧部は圧縮作用を受け鋼材が上に移動すると考えられる。これは実験後の防食層の圧縮痕からも判断できる。

(2) ずれ止めのある場合の付着応力について

摩擦及びずれ止め効果を含む機械的抵抗 $\tau_f + \tau_R$ 及び防食付着力を表4に示す。次式

$$P = \tau_{BM} \times B \times 2 \times L + (\tau_a + \tau_f + \tau_R) \times W \times 2 \times L \quad (3)$$

で荷重と付着力の関係が示される（ τ_a ：コンクリート接着力）。防

食面付着応力は $P\text{U}：P\text{E}：黒皮}=0.08：0.23：1.00$ となった。これは防食層の影響が表れていると考えられる。亀裂を認めた時の荷重を表4に示す。荷重の比率は $P\text{U}：P\text{E}：黒皮}=0.94：0.74：1.00$ となった。最大荷重での防食層付着応力・機械的抵抗応力を表4に示す。防食層付着応力は $P\text{U}：P\text{E}：黒皮}=0.81：0.66：1.00$

となり試験体 NN に比べ、4～5倍程度の値を示した。機械的抵抗応力は $P\text{U}：P\text{E}：黒皮}=0.91：0.76：1.00$ となった。このことから防食層は、ずれ止め効果をあまり妨げないことがわかった。

5. まとめ

- 1) ずれ止め無しの試験体では荷重－変位曲線において鋼材表面により挙動の異なる事がわかった。
- 2) ずれ止め無しの場合、黒皮より防食層を有する鋼材の方が小さな付着力となった。
- 3) ずれ止め有りの試験体では荷重－変位曲線は鋼材表面による傾向に大差はなかった。
- 4) ずれ止め有りの場合、最大荷重の時には防食層はずれ止め効果をあまり妨げないことがわかった。
- 5) 今後の課題として防食層を施したコンクリート・鋼管構造の曲げ試験を検討する予定である。

<参考文献>

- 1) 土木学会：コンクリート・鋼管構造の剛性に与える鋼管表面形状の実験的考察：第45回年次学術講演会講演概要集：1990.9

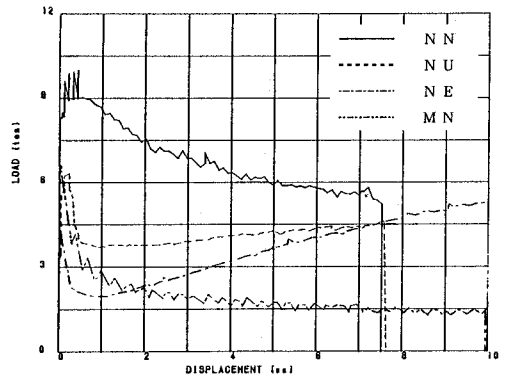


図3 荷重－変位曲線（ずれ止め無し）

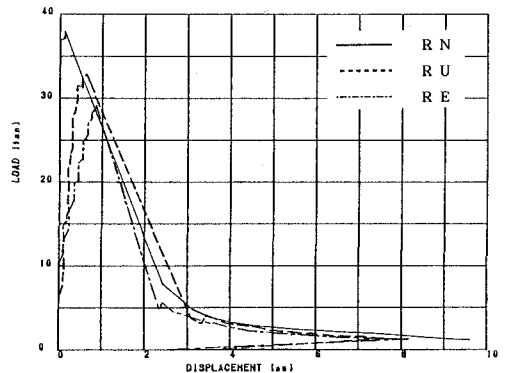


図4 荷重－変位曲線（ずれ止め有り）

表3 付着応力（ずれ止め無し）

試験条件	防食面付着応力 (Kg/cm ²)	
	変位開始時	最大荷重時
黒皮 (NN)	16.6	20.5
P U (NU)	1.6	6.5
P E (NE)	4.7	4.6
機械加工 (MN)	10.3	10.4

表4 付着応力及び亀裂を認めた荷重（ずれ止めあり）

試験条件	防食面付着応力 (Kg/cm ²)		機械的抵抗応力 (Kg/cm ²)		亀裂を認め た荷重 (ton)
	変位開始時	最大荷重時	変位開始時	最大荷重時	
黒皮 (RN)	90.2	118.5	73.7	98.0	31.033
P U (RU)	7.5	95.7	5.9	89.2	29.984
P E (RE)	20.5	78.8	15.8	74.2	22.864