

神戸大学大学院 学生員 ○竹内克宜

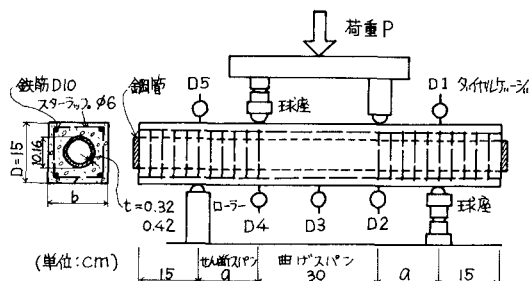
神戸大学 正員 藤井 孝

神戸大学 正員 宮本文穂

1. 研究目的

被覆型鋼管コンクリート構造は、多くの利点を有するが、その力学的性質は十分に解明されていない。本研究は、被覆型鋼管コンクリートはりの力学的挙動を実験により明らかにしようとするもので、その目的を列挙すると、

- ひびわれの発生状況および発生荷重に対する検討
- 曲げ破壊荷重に対する終局強度式の適用性
- たわみの算定に対する有効断面二次モーメントを用いる方法の適用性
- せん断破壊荷重算定における累加強度式の検討。



2. 実験概要

供試体は、せん断スパン・はり高比 $9/10$ 、はり幅 b 、鋼管肉厚 t を変化させた。載荷は球座とローラーにより完全な単純支承とし、二点对称載荷法による静的載荷とした。図-1に供試体の断面形状、寸法および載荷方法を示した。図に示すようにたわみをダイヤルゲージ(D2~D4)で測定した。

3. 実験結果および考察

- ひびわれの発生状況および破壊性状は、はり幅 b に顕著な影響を受けた。はり幅が大きくなるとせん断より曲げの影響が大きくなり、斜めひびわれより曲げひびわれの発達が目立った。はり幅が小さい供試体では横方向のひびわれがみられたが、はり幅が大きくなると発生しなかった。

曲げひびわれは引張縁のコンクリートが曲げ引張強度に達したときに発生すると考え、

$$bM_{cr} = \frac{S_{bt} \cdot \sigma_{cr} I_g}{y_t} \quad (1)$$

式(1)で与えられる曲げひびわれ発生モーメント bM_{cr} を用いて算定した値が比較的实验値と一致した。式中、 y_t は断面図心から引張縁までの距離、 S_{bt} はコンクリートの曲げ引張強度、 $\sigma_{cr} I_g$ は全断面有効と考え鋼管、鉄筋を弾性係数比によってコンクリート断面に換算した換算断面二次モーメントである。

斜めひびわれは鉄筋コンクリートはりについて提案されている算定法(軸方向の鉄筋を考慮しているACI設計基準式^[1])において鋼管を軸方向の鉄筋として用いることによって得た値が実験値と比較的に良く一致している。

- 曲げ破壊を起こした供試体の破壊荷重はコンクリート応力を長方形分布とし、鋼材は中立軸を境として圧縮側は圧縮で降伏、引張側は引張で降伏していると考えた終局強度式^[2]により算定した値に良く一致した。
- 鉄筋コンクリートはりについて提案されているACIの有効断面二次モーメントを求める式^[3]を用いて求めたたわみ(弾性範囲内)が実験値と良好な一致を示した。式中、 M_{cr} は式(1)で求め、 $\sigma_{cr} I_{eff}$ ははり全長に適用しうる平均有効断面二次モーメント、 $\sigma_{cr} I_g$ 、 $\sigma_{cr} I_{cr}$ はそれぞれ全断面を有効としたとき、引張側コンクリートを無視した

ときの換算断面二次モーメントである。

$$scrI_{eff} = \left(\frac{M_{cr}}{M_{max}} \right)^3 scrI_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_{max}} \right)^3 \right] scrI_{cr} \quad (2)$$

(d) 被覆型鋼管コンクリートはりのせん断破壊機構、内部応力の状態等は附着性状も含めて非常に複雑であると考えられ、現段階では厳密な解析ははるかに困難である。本研究では簡単にせん断破壊荷重 $scrP_u$ を推定する方法として累加強度式、式(3)を用いその適用性を検討した。

$$scrP_u = crP_u + sP'_u \quad (3)$$

式中、 $scrP_u$ は被覆型鋼管コンクリートはりのせん断破壊荷重、 crP_u はRC部分のせん断強度、 sP'_u はRC部分が破壊するとき鋼管が負担していると考えられる荷重である。

鋼管の負担する荷重 sP'_u は、鋼管のせん断強度 T_u 、鋼管の断面積 sA 、載荷状態 a/b 、鋼管に対するコンクリートのかぶりなどの要因から決定されると思われる。ここでは、鋼管の負担するせん断力 sQ_u を式(4)で推定することを試みた。

$$sQ_u = k \cdot sA \cdot s\sigma_y \quad (4)$$

$s\sigma_y$ は鋼管の引張降伏点強度、 k は T_u と $s\sigma_y$ との関係、断面内でのせん断力の分布、曲げモーメントの影響などをパラメーターとして持つ係数である。

RC部分のせん断強度 crP_u は、従来、鉄筋コンクリートはりについて提案されている方法を適用して求める。

式(4)中の係数 k を ACI 設計基準式^[1]を用いて求めた crP_u と、

せん断破壊を起こした供試体の破壊荷重 P_u との差 sP'_u 表-1 せん断破壊荷重算定結果

として推定した。図-3に 肉厚 3.2mm の鋼管を使用した供試体について $P_u - crP_u$ の値とはり幅 b 、 a/b との関係を示した。図-3より $P_u - crP_u$ は a/b に最も大きな影響を受けていることがわかる。 a/b 別に k を求めた。その k の値を用いて、(3)、(4)式より計算値 $scrP_u$ を求め、実験値 P_u と比較した(表-1)。

4. まとめ

本実験に用いた供試体の断面条件(鋼管の外径と肉厚の関係、コンクリートのかぶり)では、鋼管の偏平化による悪影響は現われなかった。この断面条件下における被覆型鋼管コンクリートはりの力学的挙動をある程度有効に推定しうることが明らかになった。今後、この適用範囲を明らかにする必要がある。

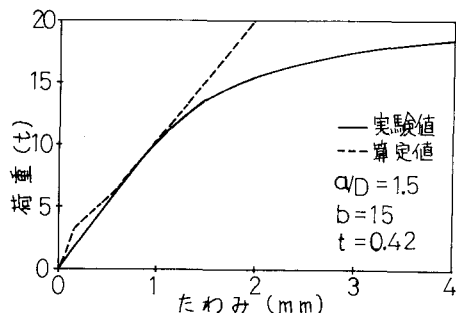


図-2 荷重-たわみ曲線

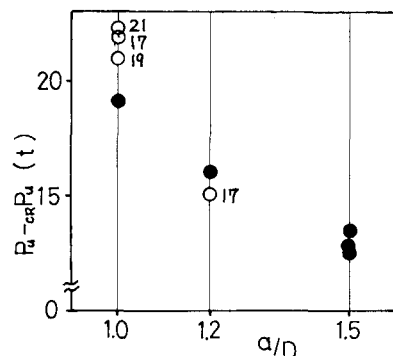


図-3 $P_u - crP_u$ と a/b の関係

* ●: $b=15$, ○: $b=17cm$

a/D	b	P_u	crP_u	k	sP'_u	$scrP_u$	$\frac{P_u}{scrP_u}$
1.0	15	24.3	5.2	0.29	19.7	24.9	0.98
1.0	17	29.4	7.4			27.1	1.08
1.0	19	30.4	9.4			29.1	1.04
1.0	21	33.9	11.6			31.3	1.08
1.2	15	21.4	5.3	0.22	14.9	20.2	1.06
1.2	17	22.5	7.4			22.3	1.01
1.5	15	17.9	5.0	0.19	12.9	17.9	1.00
1.5	15	19.0	5.6			18.5	1.03
1.5	15	18.6	6.1			19.0	0.98

(単位: t)

参考文献: [1] ACI Standard: Building Code Requirements for Reinforced Concrete, ACI 318-71 (1971) [2] 若林実他「鉄筋コンクリート構造」P25~P27 [3] ACI 318-71, Building Code Requirements for Reinforced Concrete.