

国鉄 構造物設計事務所
 国鉄 構造物設計事務所
 国鉄 大阪工事局
 パシフィックコンサルタンツ(株)

正員 中原 繁則
 ○正員 大石 辰雄
 正員 小川 真美
 正員 川村 勝宏

1. まえがき

鉄道橋には一般に、上部工に作用する水平力を下部工に伝達するためにストッパーが設けられており、コンクリート橋ではこれを上部工および下部工のコンクリートに埋込んで設置する。従来、中規模程度のスパンでは主に鋼角ストッパーが用いられていたが構造が複雑であり高価なものであった。今回の実験はこの鋼角ストッパーのコストダウンを目的として、角形鋼管を用いた新型ストッパーの開発の一環として行なわれたものである。

一般に、ストッパー周辺のコンクリートには補強鉄筋を配置しており、作用水平力をすべて鉄筋に負担する設計法とされている。本報告は、補強鉄筋に関する模型供試体の破壊実験を行ない、そのせん断耐力の算定方法について考察するものである。

2. 実験概要

供試体は、角形鋼管のかぶり d を変化させてA($d=9\text{cm}$)、B($d=13\text{cm}$)、C($d=17\text{cm}$)の3シリーズについてせん断補強鉄筋量をパラメータとし、さらに曲げに対する主鉄筋(4-D16)の有無を含めて合計13体とした。鉄筋は異形棒鋼(SD30)を使用した。供試体形状と鉄筋配置を図-1に示す。また供試体に用いたコンクリートの配合を表-1に示す。円柱供試体による圧縮強度の平均値は 216kg/cm^2 であった。

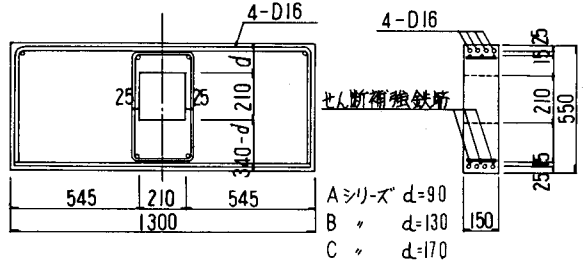


図-1 供試体形状および鉄筋配置

表-1 コンクリートの配合

σ_{ck}	コンクリートの 最大圧縮範囲 (%)(mm)	コンクリートの 圧縮範囲 (%)(mm)	コンクリートの 強度比 (%)	コンクリートの 細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)					
					水 W	セメント C	砂 S	粗骨材 G	混和剤 配合率 %	
240	10	8±1.5	4±1	50	49	169	338	884	924	0.845

載荷方法は、図-2に示すようにコンクリート供試体に直角に埋込まれた角形鋼管の両端を支持し、供試体上面に載荷ビームを介して2点載荷する方法とした。載荷荷重は0.5ピッチで増加させ、供試体が破壊に至るまで荷重を加えた。

測定項目は次のとおりである。

- i) せん断ひびわれ発生荷重
- ii) 曲げひびわれ発生荷重
- iii) 破壊荷重および破壊性状

3. 実験結果および考察

実験結果の一覧を表-2に示す。

初期せん断ひびわれは、角形鋼管上面より約45°のひびわれ角度をもって広がっており、次式によりせん断ひびわれ発生応力度 τ_c を算出すると、13体の平均値で 7.9kg/cm^2 となる。

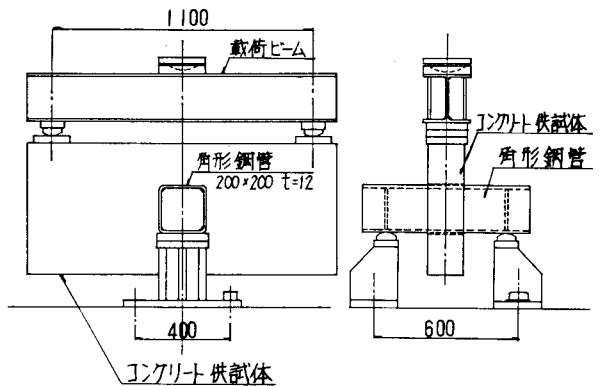


図-2 載荷装置

$$T_c = P / (2bd / \cos \theta)$$

ここで P: せん断ひびわれ発生荷重 (kg)

b: 供試体幅 (cm)

d: 角形鋼管のかぶり (cm)

θ : せん断ひびわれ角度 (実測値)

一般に、せん断補強鉄筋を有する部材のせん断耐力は、コンクリートの負担するせん断力 V_c とせん断補強鉄筋の負担するせん断力 V_s の和として考えられる。文献(1)に示される押板せん断耐力の算定式をもとに V_c を表わすと(1)式のようになる。

$$V_c = 0.94 \sigma_c^{1/2} \cdot \beta_r (1 + \beta_{ds} + \beta_p) U_p \cdot d \dots (1)$$

$$\text{ただし } \beta_r = 1.3 (0.85 + 0.7 \sqrt{f_r})$$

$$\beta_{ds} = 1.0 - 0.015d \geq 0.60$$

$$\beta_p = \sqrt{100 P_u} - 1 \leq 0.73$$

dは角形鋼管のかぶりとし、両側に自由縁を持った押板せん断の β_r は、自由縁がない場合の値および実験の結果から算出した値より係数を1.3とした。(1)式により算出した V_c を表-2に示す。せん断補強鉄筋を有する供試体の破壊荷重から V_c を差し引いた値をせん断補強鉄筋の負担するせん断力 V_s として、せん断補強鉄筋比 $P = \frac{A_s}{b d}$ と鉄筋応力度 $\sigma_s = \frac{V_s}{A_s}$ の関係を図-2に示す。ここで最小乗法にて回帰直線を求めるとせん断補強鉄筋の破壊時の応力度 σ_s (kg/cm²)は(2)式ではほぼ表わすことができる。

$$\sigma_s = 3300 - 26000 \times \frac{A_s}{b d} \dots (2)$$

4. あとがき

従来、ストッパー周辺のせん断に対する設計法は、作用水平力をすべてせん断補強鉄筋で負担するという考え方が、棒部材等の設計についてはコンクリートもせん断力を負担するという考え方が一般的である。今回の実験結果でもコンクリートの負担するせん断力とせん断補強鉄筋の負担するせん断力の区分がほぼ明確になった。今後さらに V_c を明確にすることによって、より合理的かつ経済的は設計が可能となる。

本報告にあたり、国鉄構造物設計事務所石橋主任技師の御指導に
らびにオイス工業(株)の御協力を得たことを記し謝意を表します。

(参考文献)

- 1) 土木学会コンクリートライブラリー第52号 コンクリート構造の限界状態設計法指針(案)
- 2) 高橋義治, 角田与史雄: RCスラブの押板せん断耐力に対する自由縁の影響について, 第5回コンクリート工学年次講演会講演論文集, 1983

表-2 実験結果一覧

供試体	角形鋼管のかぶり (cm)	せん断補強鉄筋量 AS (cm ²)	ひびわれ発生荷重 (t)		破壊荷重 (t)	せん断ひびわれ応力度 σ_c (kg/cm ²)	Vc (t)	Vs (t)	VS/AS (kg/cm ²)
			曲げ	せん断					
A0	9	0.0	0.5	3.5	5.4	7.1	3.9	—	—
A2		2-D10×2 2.86	0.5	3.0	3.3	9.6	—	—	—
A3		2-D10×2 2.86	3.5	4.0	11.9	9.5	3.9	8.0	2800
A4		3-D10×2 4.28	3.0	3.5	13.1	7.4	3.9	9.2	2150
B0	13	0.0	0.5	3.5	6.9	6.7	6.7	—	—
B1		1-D10×2 1.42	3.5	4.0	11.0	6.2	6.7	4.3	3030
B2		2-D10×2 2.86	0.5	4.5	4.5	6.9	—	—	—
B3		2-D10×2 2.86	3.0	4.5	14.7	8.8	6.7	8.0	2800
B4		2-D13×2 5.06	4.0	4.5	16.0	7.4	6.7	9.3	1840
B5	1-D10×2 2-D13×2 6.50	3.5	4.0	21.1	7.9	6.7	14.4	2220	
C0	17	0.0	1.5	7.0	7.0	8.8	9.9	—	—
C4		3-D10×2 4.28	6.5	5.5	22.0	7.5	9.9	12.1	2830
C5		1-D10×2 2-D13×2 6.50	7.0	6.0	23.6	9.1	9.9	13.7	2110
平均							7.9		

*は主鉄筋(4-D16)なし

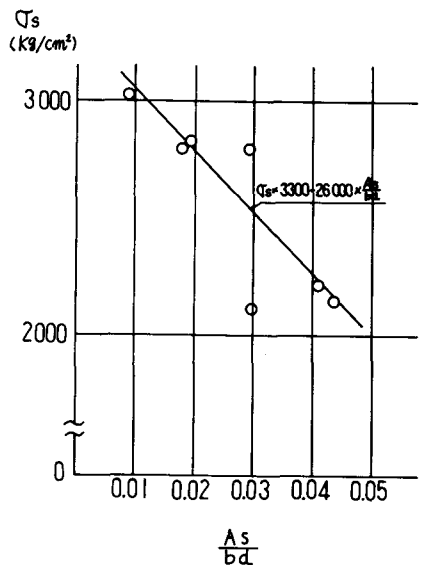


図-2 せん断補強鉄筋比と鉄筋応力度の関係