

新日本製鐵㈱ 厚板条鋼研究センター 正 館 山 道 昭
三 木 武 司

1. 緒 言

近年、港湾・河川等の土木施工業界から、高能率化を計った高貫入性鋼矢板で、しかも安全性を確保した耐離脱強度に優れた鋼矢板の要望が高まっている。鋼矢板嵌合打設に必要な貫入力、根入長の増加とともに上昇し貫入性の低下を来す。^{1)~3)} しかも、この様な状態で打設を続けると、貫入力は水平力エネルギーに変わって嵌合状態にある鋼矢板継手を離脱させると考えられている。その機構を解明すべく筆者らは、既にウェーブ圧縮下の離脱を解析⁴⁾したが、ここでは鋼矢板空中引張継手離脱試験法と理論計算式とから継手離脱強度を求め、土砂がおよぼす継手内水平力の影響について考察した。

2. 継手離脱強度

2.1. 実験による離脱強度

(1) 供試材と実験方法

U型鋼矢板供試材の化学成分を表1に、機械的性質を表2に示す。
また、爪根元最弱D点板厚 t_n および、継手嵌合係止面中心O点と爪根元最弱部D点との距離 ℓ_D (以下係止根元間長さと呼ぶ) とを変化させ、6水準の実験条件を表3に示す。尚、板幅Bは100 mmとした。
実験方法は、写真1に示す如く継手U字底部に補助材を溶接し、軸受を介してつかみ部を取り付け、引張荷重を負荷する方法で実験を行なった。

表1 供試材の化学成分(レードル)

	C	Si	Mn	P	S	Cu
SY-30	0.34	0.06	0.92	0.016	0.017	0.28

表2 供試材の機械的性質

最終位置	Y.P (kg/mm ²)	T.S (kg/mm ²)	El (%)
爪根元最弱部	42.0	62.0	34

表3 供試材嵌合時の t_n , ℓ_D 寸法 (mm)

Test No.	M-2	3	5	6	7	8
爪根元板厚: t_n	△8.53	8.88	▲12.10	▲12.15	▲11.58	▲12.00
係止根元間距離 ℓ_D	18	20	20	19	21	20

(△ 研削加工, ▲ 肉盛溶接)

(2) 実験結果

図1に空中引張継手離脱試験による荷重-ストローク線図を示す。継手離脱荷重は最高荷重点で示されている。離脱荷重 P_m は4300 ~ 8470 kgまで変動しているが、これは爪根元板厚 t_n を変化させた事による影響が大きく表われたものと考えられる。また、荷重谷部は係止面に急激なスベリが発生したために表われたものである。

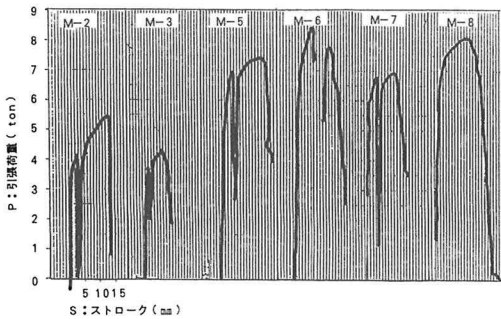
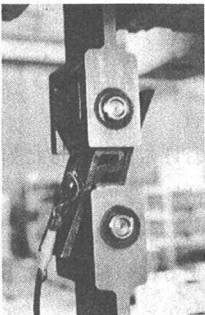


図1 鋼矢板空中引張継手離脱試験における荷重-ストローク線図

2.2 理論計算による離脱強度 写真1 空中引張試験状況

次に図2の外力作用図から、継手離脱強度の理論式を以下求める。まず、外力のバランス関係から、

$P - Q + q_1 + q_2 = 0 \dots\dots\dots(1) \quad (\text{但し } q_1 = q_2)$

$V - v_1 - v_2 = 0 \dots\dots\dots(2) \quad (\text{但し } v_1 = v_2)$

接点Oでのバランス関係から、

$Q = N \sin \alpha + R \cos \alpha \dots\dots\dots(3)$

$V = N \cos \alpha + R \sin \alpha \dots\dots\dots(4)$

$R = \mu_0 N \dots\dots\dots(5)$

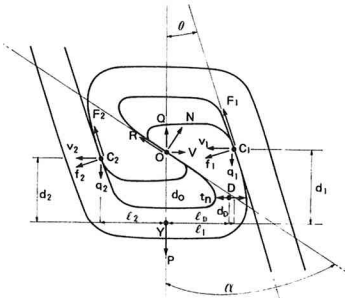


図2 鋼矢板引張試験による外力作用図

(3), (4), (5)より(6)式を得る。 $V = Q \cdot r_0$ (6)

但し $\frac{\cos \alpha - \mu_0 \sin \alpha}{\sin \alpha + \mu_0 \cos \alpha} = r_0$ とする。

接点Cでのバランス関係から

$q = f \sin \theta - F \cos \theta$ (7)

$v = f \cos \theta + F \sin \theta$ (8)

$F = \mu_1 f$ (9)

(7), (8), (9)より(10)式を得る。 $v = q \cdot r_1$ (10)

但し $\frac{\cos \theta + \mu_1 \sin \theta}{\sin \theta - \mu_1 \cos \theta} = r_1$ とする。

(1)~(10)式を整理して、QとPとの関係式を求める。

$$Q = \frac{(\cos \theta + \mu_1 \sin \theta) \cdot (\sin \alpha + \mu_0 \cos \alpha)}{(\cos \theta + \mu_1 \sin \theta) \cdot (\sin \alpha + \mu_0 \cos \alpha) - (\sin \theta - \mu_1 \cos \theta) \cdot (\cos \alpha - \mu_0 \sin \alpha)} \times P \cdots \cdots (11)$$

また、爪根元最弱部断面D点に作用する曲げモーメント M_D は、水平力V, vと、軸力Q, qとから、板幅Bとして、

$$M_D = Q \left\{ \ell_D + r_0 (d_0 - d_D) + \frac{r_0}{2 r_1} (\ell_1 - \ell_D) - \frac{r_0}{2} (d_1 - d_D) \right\} \cdots \cdots (12) \text{ を得る。}$$

この時の爪根元最弱部断面 t_n とした、全断面塑性時の曲げモーメントMは、

$$M = B \cdot t_n^2 \cdot \sigma_{yn} / 4 \cdots \cdots (13) \quad < \text{但し } M = 1.5 \text{ Elastic Limit} >$$

とすると、爪根元最弱部断面の降伏による継手離脱荷重 P_C は、(11), (12), (13)式から、求める事が出来る。

ここで、板幅B: 100 mm, 爪根元降伏応力 σ_{yn} : 42 kg/mm², 摩擦係数 $\mu_0 \mu_1$: 0.35 また、各実験に供試した鋼矢板形状寸法, 爪根元板厚 t_n , 係止根元間距離 ℓ_0 (表3に示す)等を代入して、理論計算による継手離脱荷重Pを計算する。その結果と実験による離脱荷重 P_m との関係を図3に示す。理論計算式による離脱荷重 P_C でよく整理出来る事が確認できる。

3. 考 察

以上の実験は爪内圧を外部引張力に置換えたものである。この結果から、鋼矢板継手嵌合時の間隙部に閉じ込められた土砂の水平力のみによる継手離脱条件を予測する。図2のようなU型継手形状の場合、離脱条件は近似的に、 $P_C < p_i \cdot B \cdot m$ (14)

ただし P_C : 継手離脱強度

p_i : 継手内土圧

B: 継手内受圧面幅

m: 継手内受圧面水平投影長さ

として考える事が出来る。

ここで(14)式に $m = 51$, $B = 100$ を一定として、継手離脱可否におよぼす P_C と p_i との関係を図4に示す。実線は $m = 51$ の継手離脱可否ラインである。例えば、継手土砂圧力が1 kg/mm²発生したと仮定すると鋼矢板の継手強度は5 ton 以上必要となる。今後は、継手内土砂圧が鋼矢板打設時にどの程度発生するのか、土砂の変形・強度およびその動的性質との関係を調査する。

〔参考文献〕

- 1) 望月, 白石ら「鋼矢板施工時の挙動解析」製鉄研究 第281号(1974)P102-111
- 2) 近藤, 中川ら「長尺鋼矢板の施工法に関する実験研究」川崎製鉄技報 7-4(1975)P88-95
- 3) 荻岐, 鈴木ら「鋼矢板打込み時のグリップ抵抗について」富士製鉄技報, 1-13(1968)P13-20
- 4) 三木, 館山ら「鋼矢板継手の変形様式と離脱特性」第28回材料研究連合講演会前刷(58.9.11)P91-92

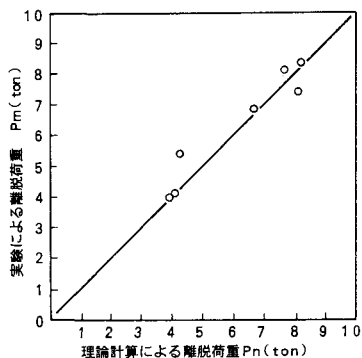


図3 引張試験結果と理論計算結果との関係図

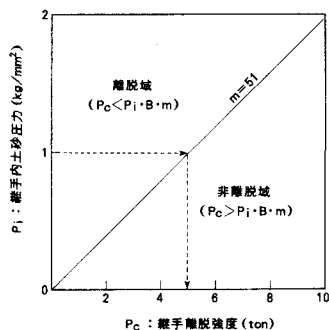


図4 継手離脱可否におよぼす継手強度と土圧との関係図