

東京電力（株）建設部技術センター 正会員 赤石沢 総光
 東京電力（株）富津火力建設所 正会員 川島 正史
 東京電力（株）建設部技術センター 正会員 野本 高憲
 （財）電力中央研究所 構造部 正会員 松尾 豊史

1. はじめに

東京電力では、富津地点において、連続地中壁と側壁の間を一体化させたタンク（10,11号LNG地下タンク）を建設中である。

浮力に対する抵抗重量として躯体の重量に加えて連続地中壁の重量も考慮すること、連続地中壁と側壁の一体化を指向すること等から、連続地中壁と側壁の間にジベル筋を配置している。ジベル筋は、丸鋼（SR295、 $\phi 38$ ）とし、液入れ後の側壁の収縮変形を拘束しないように側壁側をスリッパ型の型式としている。

ジベル筋には、常時および地震時において、連続地中壁と側壁の間に働くせん断力を確実に伝達する機能が要求される。筆者らは、ジベル筋の力学特性を把握する目的で、ジベル筋のせん断試験を行った。

本稿は、ジベル筋試験結果のうち、降伏耐力および最大耐力の力学特性について評価を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 試験体および荷重方法

試験体は、3ブロックから構成されており、中央のブロックを連壁部として、両サイドの2ブロックを側壁部としてモデル化した。試験体の概要を図-1に示す。ジベル筋はブロック間に各2本ずつ設置し、その間隔は530mmとした。中央部ブロック（連壁）のジベル筋埋込部は、エポキシ樹脂により固定し、側部ブロック（側壁）のジベル筋埋込部は付着防止テープを巻いた。荷重方法は、両振りの繰り返し荷重を中央部ブロックに作用させ（ $+10\gamma \rightarrow -10\gamma \rightarrow \pm 20\gamma \rightarrow \pm 30\gamma \rightarrow \pm 40\gamma$ →試験機の限界変位まで、 γ ：押し側、 $-$ ：引き側）、側部ブロックは、反力床に固定した。

2.2 実験ケース

妹島らの研究¹⁾から、連壁・側壁間の隙間に応じてジベル筋の力学的挙動が異なることが明らかになっている。このため、本実験においても隙間をパラメータに設定した。今回の実験ケース（T1～T4）と妹島らの実験ケース（S1～S3）を表-1に示す。また、今回の埋込長、コンクリート強度は富津10,11号LNGタンクの設計条件を参考に設定した。

3. 結果および考察

3.1 実験結果

図-2に荷重と、鉛直方向相対変位（側部ブロックと中央部ブロック）の押し側荷履歴の包絡線との関係を示す。なお、降伏は全ジベル筋の最大ひずみの平均が降伏値（規格値1430 μ ）に達したときとした。各ケースとも降伏耐力に達した後、最大耐力に達し、ほとんどケースで試験機の限界変位である約80mmに達しても荷重が降伏耐力まで低下しなかった。

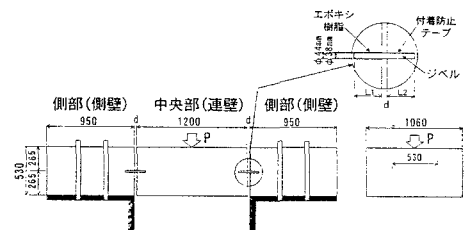


図-1 試験体概要図

表-1 実験ケース

ケース	隙間 d (mm)	埋込長 L (mm)		コンクリート強度 (kgf/cm ²)	
		中央部	側部	中央部	側部
今回	T 1	0	90	354	672
	T 2	10	90	294	631
	T 3	20	90	312	663
	T 4	40	90	332	679
妹島ら	S 1	5	80	510*	510*
	S 2	20	80	510*	510*
	S 3	35	80	510*	510*

*：S1～S3は設計基準強度

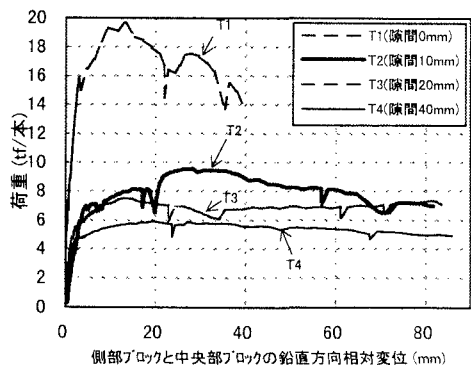


図-2 荷重と鉛直方向相対変位の関係

3.2 降伏耐力および最大耐力とコンクリート強度の関係

今回の結果と妹島らの結果について、降伏耐力 P_y と隙間 d の関係を図-3に示す。これより、降伏耐力は側部コンクリート強度 f_{ck} の影響を受けないことが分かる。

最大耐力 P_{max} と隙間 d の関係を図-4に示す。図-4より、最大耐力は側部コンクリート強度が増加すると大きくなる。降伏耐力はコンクリート強度の影響を受けないことから、図-4のデータについて、降伏耐力以降の耐力増分 ($P_{max} - P_y$) を支圧強度 P_p (側部埋込長×ジベル筋径×側部コンクリート強度) の比で補正した結果を図-5に示す。補正条件は、当社地下タンク設計条件である、 $f_{ck}=240\text{kgf/cm}^2$ 、側部埋込長=90-隙間(mm)とした。その結果、ほぼ同じ回帰線上に分布していることが分かる。よって最大耐力のうち、降伏以降の耐力増分 ($P_{max} - P_y$) は支圧強度 (P_p) と関係があるものと考えられる。

3.3 最大耐力の定量的評価

最大耐力のうち、降伏以降の耐力増分と支圧強度が関係することから、以下の式により最大耐力が表現できるか検討を行った。

$$P_{max} = P_y + A(d) \cdot P_p \quad (\text{式1})$$

$$A(d) = (P_{max} - P_y) / P_p \quad (\text{式2})$$

ここで、 P_{max} ; 最大耐力 (tf/本)

P_y ; 降伏耐力 (tf/本)

P_p ; 支圧強度 (tf/本)

= 側部埋込長×ジベル筋径×側部コンクリート強度

$A(d)$; 係数 [隙間 d (mm)の関数]

式2の右辺[($P_{max} - P_y$)/ P_p]と隙間 d の関係について、図-6に示す。これより $A(d)$ は以下のように設定できる。

$$A(d) = -0.08 \ln(d) + 0.62 \quad (\text{式3})$$

よって、式1と式3より、 P_{max} は以下のように表現できる。

$$P_{max} = P_y + (-0.08 \ln(d) + 0.62) P_p \quad (\text{式4})$$

4. まとめ

- ・降伏耐力は、側部ブロックのコンクリート強度の影響をうけない。
- ・最大耐力のうち、降伏以降の耐力増分は、側部ブロックのコンクリート強度の影響をうける。
- ・最大耐力は、降伏耐力と支圧強度（側部埋込長×ジベル筋径×側部コンクリート強度）を用いて表現できる。

参考文献

- 1) 「埋込長の短いスリップバ-方式ジベルのせん断耐力に関する実験的研究」, 清水建設 妹島淳生他, 土木学会第49回年次学術講演会, 平成6年9月

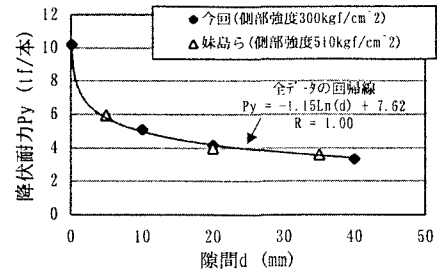


図-3 降伏耐力 P_y と隙間 d の関係

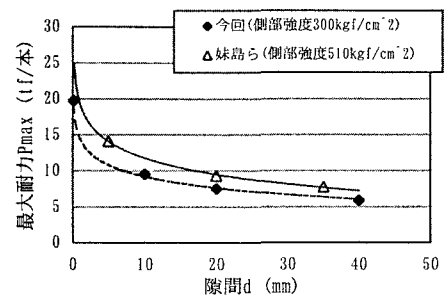


図-4 最大耐力 P_{max} と隙間 d の関係

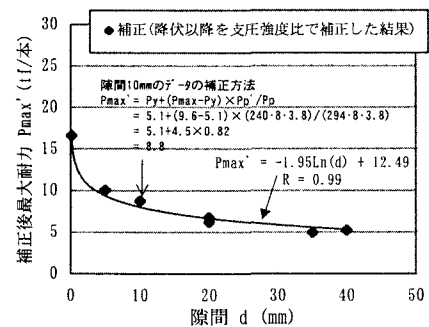


図-5 補正後最大耐力 P_{max}' と隙間 d の関係

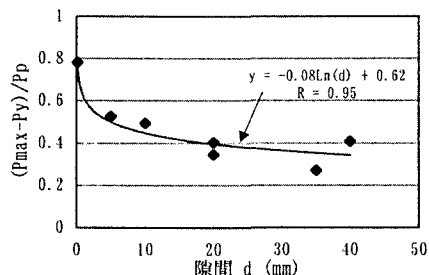


図-6 [($P_{max} - P_y$)/ P_p] と隙間 d の関係