

清水建設研究所 正会員 ○ 塩 屋 俊 幸
清水建設研究所 正会員 岡 田 武 二

1. まえがき

LNG地下式貯槽において、底版と側壁をつなぐ支承付近の構造は、底版周辺部で底版高が約 $\frac{1}{2}$ に急減し、しかも大きな切欠を有しているにもかかわらず、作用する断面力が非常に大きい。支承付近の切欠部に適切な補強筋を配置することによって、ひびわれ幅は減少し、破壊耐力は増大するが、現行の設計法では底版切欠部をゲルバーヒンジ部とみなして、せん断力、曲げ応力、斜引張応力の検討を行っており、許容ひびわれ幅に対する安全性あるいは破壊安全率がどの程度であるかは明らかでない。本報告は底版切欠部を合理的に設計するための第一段階として、ゲルバーヒンジ部としての設計法を見直すために行なった等分布荷重下における両端切欠ばりの実験結果について考察したものである。

2. 実験概要

試験体の種類を表-1に、形状寸法、配筋の一例を図-1に示す。有効高さ d 、載荷スパン l は実貯槽の約 $\frac{1}{35}$ である $d = 200\text{ mm}$ 、 $l = 1600\text{ mm}$ を基準とし軸方向鉄筋比の破壊モードに及ぼす影響を調べるため軸方向鉄筋比 p を0.7、1.3、2.0%と変化させた。

また、切欠部の補強効果を調べるために、軸方向鉄筋比1.3%の試験で補強筋量を3種変化させた。G1補強は部材中央断面における軸方向鉄筋応力度が 1800 Kg/cm^2 になる圧力を設計圧力とし、その圧力に対してゲルバーヒンジ部として補強したものである。G2補強はG1補強のうち鉛直筋を省いたものでG3補強は斜め筋を省いたものである。

表-1 試験体の種類及び主な実験結果

試験体名	ℓ/d	主鉄筋比(%)	せん断補強筋	モルタル強度(kg/cm^2)	切欠部初ひびわれ圧力 P_{cr} (kg/cm^2)	破壊時圧力 P_u (kg/cm^2)	破壊形式
DB-8-0.7-O	8	0.7	O	240	1.2	1.5	切欠部せん断破壊
DB-8-0.7-G1	8	0.7	G1	240	1.2	3.7	母材せん断破壊
DB-8-1.3-G1	8	1.3	G1	240	1.1	5.5	"
DB-8-2.0-G1	8	2.0	G1	240	2.2	7.2	"
DB-8-1.3-G2	8	1.3	G2	259	0.6	4.7	"
DB-8-1.3-G3	8	1.3	G3	259	0.9	4.3	"

使用材料はモルタルとし、その配合は表-2に示す通りである。鉄筋は軸方向鉄筋がSD30、D16、切欠部補強筋がSD30、D13である。

載荷試験はゴムバッグに水圧をかけることにより等分布荷重を与え、両端は単純支持とした。

3. 実験結果

主な実験結果を表-1に破壊状況を図-2に示す。切欠部に補強筋が無い場合は切欠部から 45° 方向に急にひびわれが入り破壊に至る。補強した試験体においても切欠部からのひびわれは切欠部から 45° 方向に入るため切欠部における切断に対する検討をする場合の断面としては切欠部から 45° の方向として良いことがわかる。

切欠部を補強した試験体は全て支点より $2d$ 内側の断面を中心として母材がせん断破壊した。破壊断面に作用するせん断応力度 τ はG1補強の場合、軸方向鉄筋比 $p = 0.7, 1.3, 2.0\%$

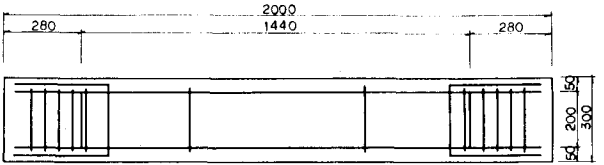


図-1 DB-8-0.7-G1配筋図

表-2 モルタルの配合

圧縮強度 (kg/cm^2)	細骨材の 最大寸法 (mm)	水セメ ント比 (%)	単 位 量 (m^3)				空気量 (%)
			水 (kg)	セメント (kg)	砂 (kg)	混和剤 (kg)	
240	5	72	274	380	1520	0.950	3

でそれぞれ $\tau = 8.3, 12.4, 16.2 \text{ Kg/cm}^2$ となり、土木学会標準示方書の許容せん断応力度 $\tau_a = 4.5 \text{ Kg/cm}^2$ をかなり上まわっている。G 2, G 3 補強試験体で母材の破壊強度が小さくなっているのは、破壊状況より、切欠部補強が少ないほど破壊断面が切欠部よりに移動するためであり、その断面に作用しているせん断応力度は G 1 と同程度であると考えられる。

図-3 は G 1, G 2, G 3 補強における圧力と補強鉄筋ひずみの関係を示したものである。(A) は G 1 補強における鉛直筋と斜め筋のひずみを比較したものであるが、切欠部のひびわれの角度からもわかるように斜め筋の方が有効に働いている。(B), (C) はそれぞれ斜め筋、鉛直筋だけの補強の場合と G 1 補強との場合の補強筋ひずみを比較したものである。この図からも斜め筋が有効に働くことがわかる。ただし、設計圧力は約 2.5 Kg/cm^2 であるので、補強筋量としてはいずれの試験体でも多過ぎるようであり、ゲルバーヒンジ部としての設計法を合理的に改良する余地があると思われる。

4. まとめ

等分布荷重下における両端切欠ばりにおける切欠部の切断に対する検討をする場合の断面としては切欠部から 45° の方向として良い。切欠部の補強筋としては斜め筋の方が鉛直筋より有効に働く。ゲルバーヒンジ部としての設計法ではやや過度の補強となるようであり、設計法を合理的に改良する余地があると思われる。

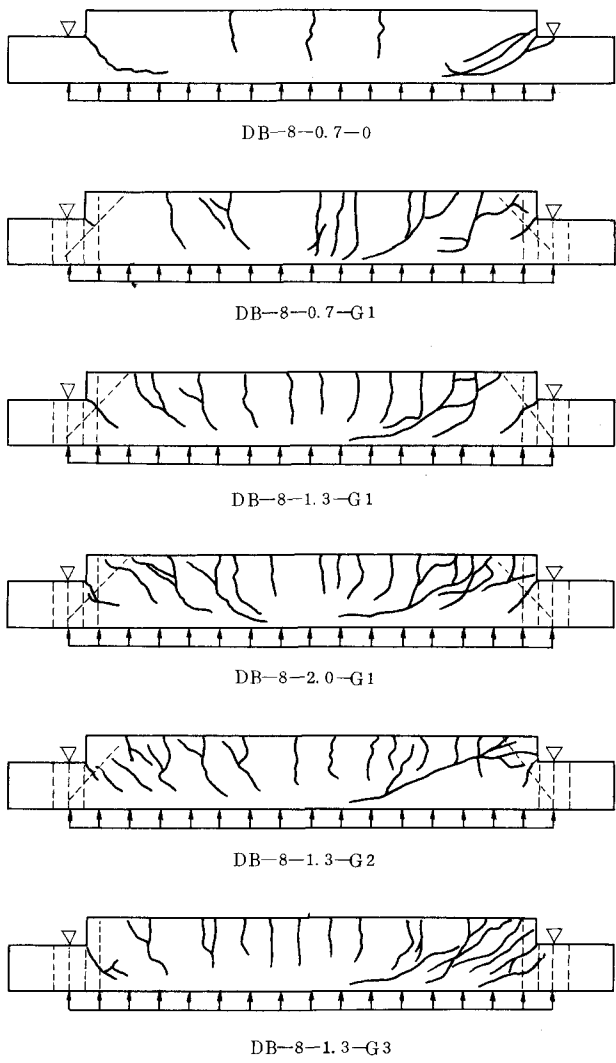


図-2 破壊状況

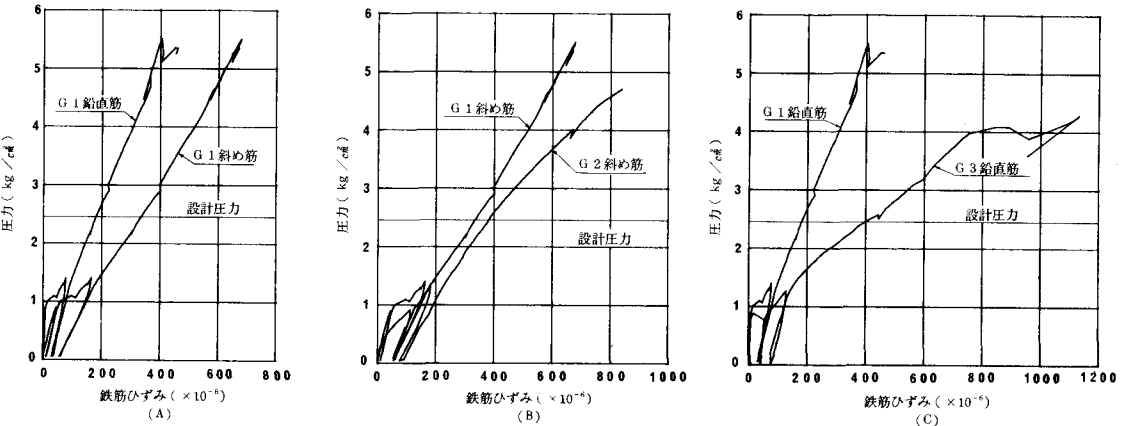


図-3 圧力と斜め筋または鉛直筋のひずみ