

Ⅱ-82 骨材貯蔵ビンに生ずる応力の測定

金沢大学工学部 正会員 小野一良
 川崎製鉄株式会社 正会員 三木広信
 川崎製鉄株式会社 正会員 ○成瀬忠明
 東京大学大学院 学生会員 森下光政

最近多くの骨材貯蔵ビンがコルゲートシートによつて作られているが、設計の基準となる応力解析がほとんど行われていない。*Janssen*の公式がただ一つの基準となっている。これは貯蔵ビンの高さが直径にくらべてはるかに大きいときに貯蔵ビンに填充した粒状体の重量が摩擦によつて側壁に加わることと仮定しているのであるが、貯蔵ビンの高さが直径と同程度のときにはこの仮定を適用することに疑問がある。よつて著者等は貯蔵ビンに砂利を填充するときおよび水から砂利を抜き出すときに貯蔵ビンの側壁および底面に作用する圧力および応力を測定して貯蔵ビン設計の資料とした。

図-1および写真-1に示すごとく直径2m、高さ5mの貯蔵ビンを板厚2.7mmのコルゲートシートを用いて作った。波の高さ50mm、波長150mmであつた。図-1は貯蔵ビンの展開図および平面図であるが、4本のアングルによつて垂直方向に補強されていた。アングルの寸法は65×65×6であり、このアングルは実験の後半に取外して垂直荷重の大部分を側壁で取らせるようにした。

砂利の投入は貯蔵ビンの上から行い、引出しは底面中央よりなした。貯蔵ビンの側壁および補強材に生ずる応力を測定するために図-1に示す位置にワイヤストレインゲージを貼り付け、また側面および底面に圧力計と据付けた。貯蔵ビンの中の砂利の表面は常に水

図-1 コルゲート貯蔵ビンの展開図および平面図

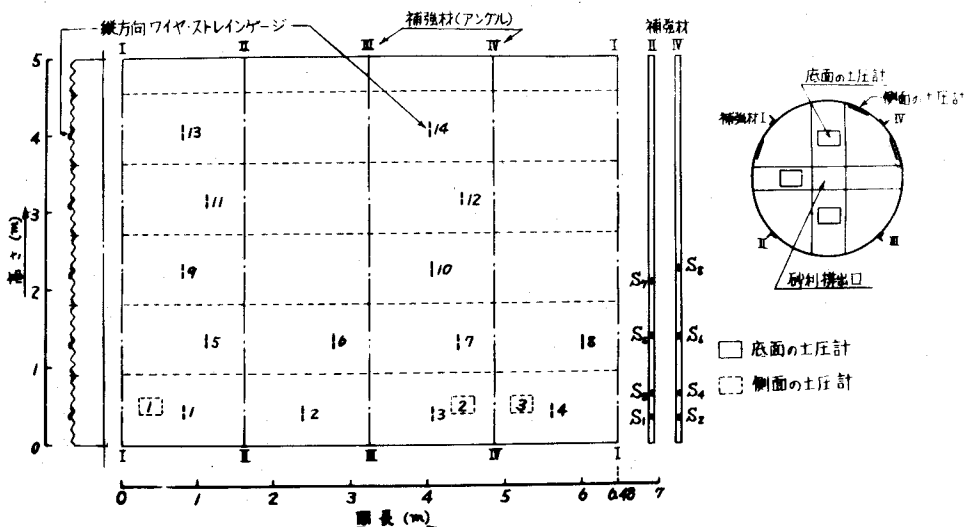


写真-1

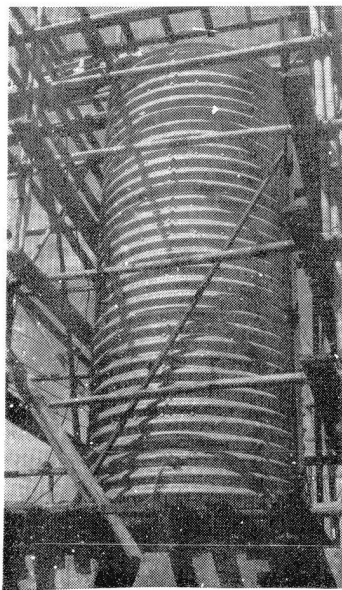


図-2 コルゲートシートに生ずる曲げ応力
(縦方向)

オ2回測定(補強材なし) 1963-8-9

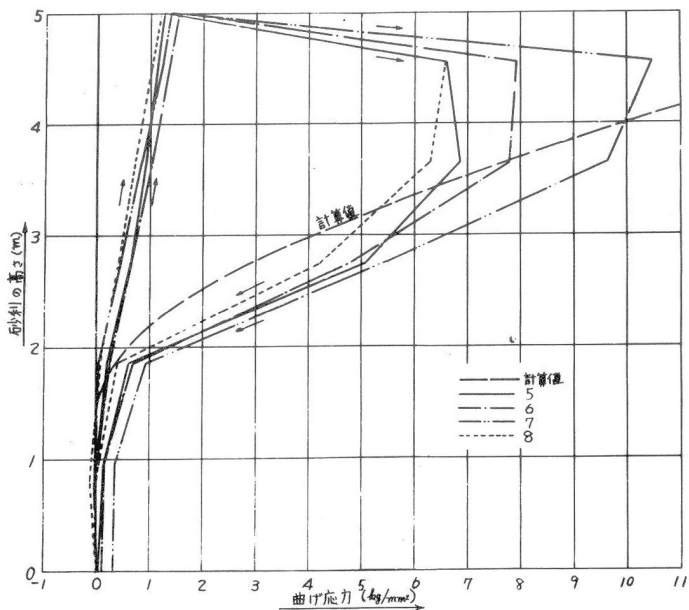


図-3 コルゲートシートに生ずる曲げ応力
(縦方向)

オ2回測定(補強材あり) 1963-8-7

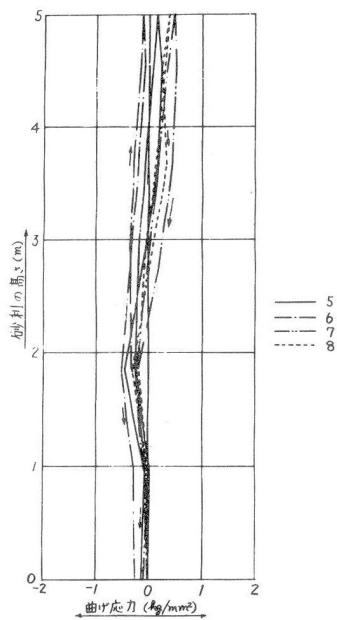
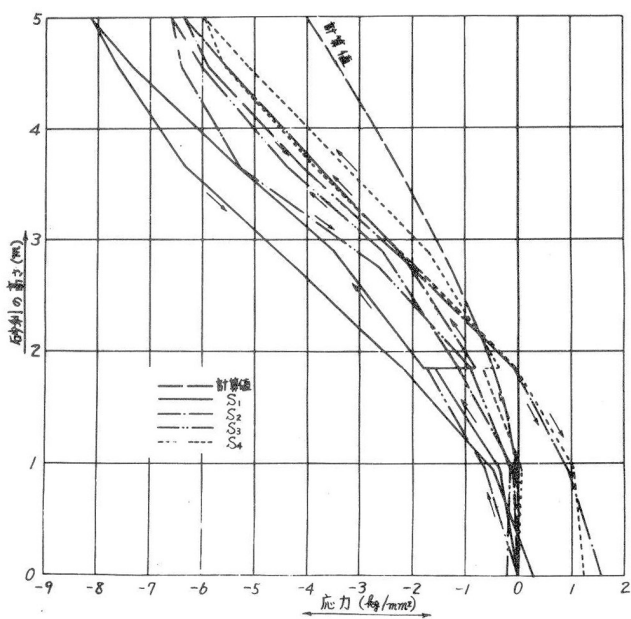


図-4 補強材に生ずる応力
(縦方向)

オ2回測定 1963-8-7



平に均し、砂利の面がコルゲートシートの継目に達したときすなわち 90 cm の高さを増すごとにコルゲートシートのひずみおよび圧力を測定した。砂利を抜くときにも同様に測定をなした。

次に測定結果の数値を示す。図-2は補強材のない場合に貯蔵ビンの底から 1.4 m の高さにおいて側壁に生じた曲げ応力である。貯蔵ビンの側壁は砂利との間の摩擦力によって鉛直方向に圧力を受け、このため波型の山および谷に曲げ応力と生ずる。測定結果によれば砂利を填充する間において側壁に加わる摩擦力は非常に少ないが、砂利と底面から抜き始めたときに急に側壁に摩擦力が作用して波の山に大きな曲げ応力を生じたことが認められる。砂利の高さが 3.65 m まで下ったときすなわちゲージより 2.25 m の高さに砂利の表面があるとき平均 750 kg/cm^2 の曲げ応力に達した。これは *Janssen* の公式によって計算した値に近い。従って *Janssen* の公式は砂利が十分に下方に移動を開始したときに成立することがわかる。

図-3は貯蔵ビンの側壁に補強材をつけた場合に側壁に生じた曲げ応力である。補強材をつけることによって側壁には曲げ応力がほとんど生じないことがわかる。図-4は補強材に生じた圧縮応力であつてこの補強材には砂利と填充する過程においても大きな圧縮応力を生じている。砂利を抜く場合に圧縮応力が急に増加する傾向はない。この経過は補強材のない場合と大いに異なる所である。この圧縮応力の値は *Janssen* の公式で計算した値の約2倍に達している。以上を併せて考察すれば側壁に鉛直方向の補強材がないときに砂利を填充すれば摩擦によって側壁は鉛直方向の圧縮を受けて収縮する。従って砂利が鉛直方向に圧縮されない限りこれ以上側壁に摩擦力を伝達できない。しかるに貯蔵ビンの底面から砂利を抜くときには砂利が下方に移動するので側壁に大きな摩擦力を伝達すると考えられる。これに反して側壁に補強材をつければ側壁の鉛直方向の収縮が妨げられるので側壁は砂利から摩擦力を受けて補強材に大きな圧縮応力を生ずると考えられる。

次に貯蔵ビンの底面および側面が受ける圧力を測定した結果を図-5,6に示した。貯蔵ビンの底面における圧力は砂利の面が底面より 1 m の高さに達するまでは急激に増加してほとんど計算値通りになるが、その後の圧力の増加はほとんど認められない。貯蔵ビンの側壁に生ずる圧力は砂利の面が上昇するとともに増加し、計算値の 1.6 ~ 1.9 倍に達している。これによって貯蔵ビンの底面近くにおいては側壁に作用する圧力は底面に作用する圧力にほぼ等しくなり、*Janssen* の法則で仮定するごとく側壁には砂利の主動土圧が作用するという事だけでは説明できない。

図-5 貯蔵ビン底面に生ずる圧力

第2回測定 (補強材あり) 1963-8-7

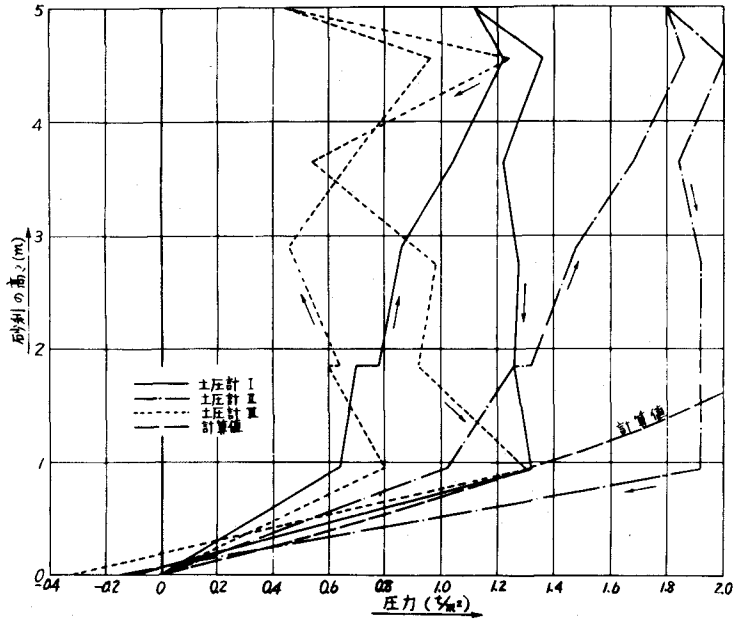


図-6 貯蔵ビン側面に生ずる圧力

第2回測定 (補強材あり) 1963-8-7

