

1. はじめ

現在プレキャスト部材の合成に使われているジョイントは、構造物として外力によるたわみや変形量を連続させる構造である。ここで取り上げたソフト・ジョイントは、変形で外力によるエネルギーを吸収させる構造型式を言う。図-1は、このソフト・ジョイントを海洋構造物に使用した場合の例を示してある。これは、PC鋼鉄とゴムガスケットにより構成され、PC鋼鉄には、応力が導入されている。本実験では、ソフト・ジョイントをはり構造にモデル化し、それに曲げモーメントを加えた時の挙動を調べた。変形や回転を100%許容した場合について行った。ここでは、その結果及び、変剛性バリの変形に関する数値解析の結果について報告する。

2. 数値解析結果

図-2に示す単純支持のばりにソフト・ジョイントを置換えて考えて見た。荷重状態、剛度状態を、フーリエ級数に変換し荷重とたわみの関係を解析したものが、(1)式である。

$$y(x) = \frac{2Pl^3}{\pi^4 EI} \left[\sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{n^3} \sin \frac{n\pi x}{l} \right] \quad \text{----- (1)}$$

$$\text{ここで } a_n = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{2m^2} (EI_{1n-m} - EI_{(n+m)}) \sin \frac{n\pi c}{l}$$

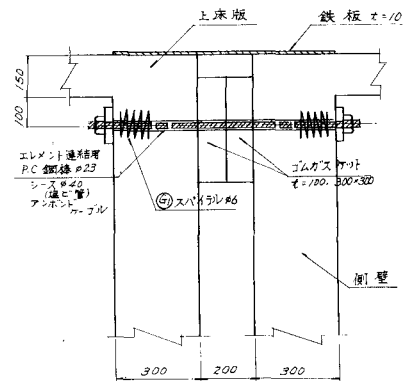
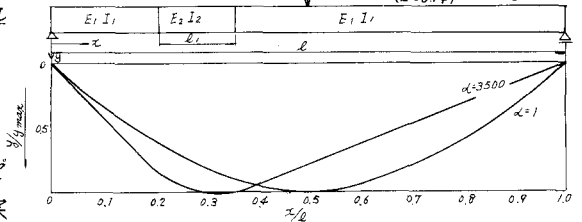
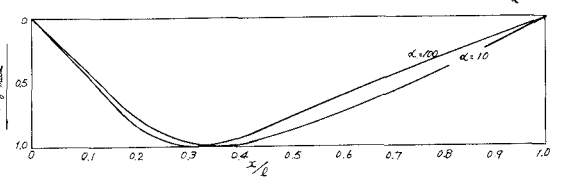
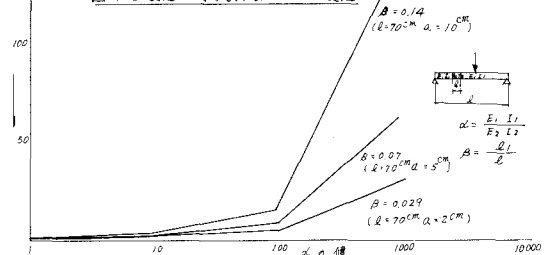
$$EI_x = \frac{4}{\pi^2} (\alpha - 1) \sin(b-a) \frac{\pi^2}{2l} \cos(b+a) \frac{\pi^2}{2l}$$

$$EI_0 = 2 \left[\frac{b-a}{2} (\alpha - 1) + \right]$$

図-2, 図-3は、剛度比(α)をパラメーターにし、ジョイント比(β)を0.14として示したたわみ分布曲線である。 $\alpha = 1$ は、単一部材の場合、 $\alpha = 3500$ は今回実験に使用したゴム材の見かけの弾性係数の場合を示してある。剛度比が10では、ジョイント部での変形の集中が顕著では無いが、 $\alpha = 100$ から $\alpha = 3500$ になると変形がジョイント部内に集中しまわりの部材は、即体変形するのみとなる。図-4は、 α の値とたわみ比(各 α の時の載荷点のたわみ/ $\alpha = 1$ の時のたわみ)の関係とジョイント比をパラメーターとして示したものである。これによると、 β が0.14で α が1000の載荷点のたわみは、 α が1の時のたわみの約140倍である。また、 α が1000の時、 β が0.14と0.07とでは、約2倍のたわみ差がある。

ここで、ゴム材の見かけの弾性係数 E_2 について述べる。図-5は、実際のゴム材の応力-ひずみ曲線である。硬度及び形状係数の変化により曲線も変化する。

図-1 エlementジョイント部詳細図

図-2 α の変化に対するたわみ曲線の変化図-3 α の変化に対するたわみ曲線の変化(その2)図-4 α の変化に対する載荷点のたわみの変化

解析では、これ等の曲線を回帰分析によって3次曲線にあてはめ、それ等の係数と硬度及び形状係数の関係を同じく回帰分析によって決定した。弾性係数は、ソフト・ジョイントに応力を導入した時の応力とひずみの関係を実験回帰式より求めた正割係数として表わした。

3. 実験結果
実験に使用したゴム枕は、硬度が90度、60度及び39度の3種類、形状係数が0.50と0.25の2種類である。コンクリート部は、28日強度が $500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ のものを使用した。

図-6は、硬度60度のゴム枕に $10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ のプレストレスを加えた時のものである。パラメーターは、形状係数である。曲げモーメント $0.10 \text{ t}\cdot\text{m}$ までは同一曲線上に変化する。前に述べたようにゴム枕の応力-ひずみ曲線は、3次曲線の型を示している。このため曲げ載荷のたわみ曲線をそれに合った変化をする。数値解では、形状係数の変化によってたわみ量が変化しているが実際の結果は一致している。形状係数0.50のたわみ曲線は、曲げモーメントが $0.10 \text{ t}\cdot\text{m}$ の所に変曲点がある。これは、PC鋼枕がシースの上面に接触したためである。これ以後のたわみ曲線の挙動は、直線変化となる。荷重伝達がPC鋼枕の引張力に変わるからであろう。

図-7は、パラメーターをゴム枕の強度とした時のものである。硬度90度のゴム枕を使ったジョイントは、曲げモーメント $0.50 \text{ t}\cdot\text{m}$ の時点までは、シース上面にふれる現象が無い。すなわち、変曲点が無い。この点からは硬度の大きい方が有効的に使えると結論できるが、実際は、90度のジョイントはせん断変形を与えると「ズレ」が発生して大きな変形量が荷重除荷後にも残ってしまう。

4. 結論

以上の事から、100%変形を許容したソフト・ジョイントについては次の事が言える。

1. 今回の数値解は、せん断力に対して補強を行えば、ソフト・ジョイントの設計に使える。
2. ソフト・ジョイントの枕料は、硬度25度、形状係数が1.0位のものが良い。
3. ソフト・ジョイントの変形を限定した場合については、これからの実験が必要である。(40%変形を許容させた場合など)

5. 謝辞

本研究は、故神山一博士(早稲田大学教授)の御指導のもとに遂行したものである。ここに教授の生前の多大なる御指導に対し深く感謝の意を表わします。

図-5 ゴム枕の応力-ひずみ曲線

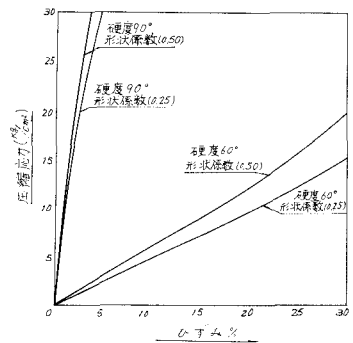


図-6 曲げ載荷におけるたわみ曲線 (ガスケット厚さの変化)

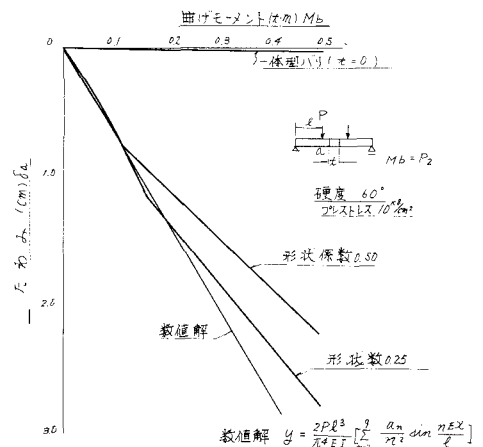


図-7 曲げ載荷におけるたわみ曲線 (ガスケットの硬度の変化)

