

V-83

可撓性連結部を有するRC部材の連結部剛性の評価に関する研究

横浜国立大学 正員 池田 尚治
 横浜国立大学 正員 山口 隆裕
 横浜国立大学 ○学生員 萩原 正雄

1: はじめに 鉄筋コンクリート部材をゴムを介して連結し可撓性を持たせることにより、地震、湿度変化、乾燥収縮、不等沈下などの影響の吸収を期待する可撓性連結構造は、耐震の見地からその有用性が期待されており、沈埋トンネルなどに応用されようとしている。この場合、地震時の応答を検討する上から連結部の剛性の評価方法が重要となる。本研究は可撓性連結部を有するRCばりの曲げ挙動を実験的に把握するとともに、連結部の剛性評価の鍵となるゴムの圧縮試験を行い、これらの結果に基づいて、連結部を有する函体構造の変形解析の合理的なモデル化をはかろうとするものである。

2: ゴムの圧縮試験 可撓性連結部の剛性を評価する手始めとして、ゴムの力学的特性を知るために幅2cmのベルト状及び円柱状のゴムの圧縮試験を行った。供試体について表-1に示す。要因として厚さ、長さ、載荷速度、温度を取り上げ、厚さ5mm、長さ100mmのものを基準とした。実験結果を図-1~4に示す。温度が高いものおよび載荷速度の小さいものほど剛性が小さい。とくに載荷速度により剛性が大きく変化することは、ゴムが強い時間依存性の力学的特性を持つ材料であることを示している。また、厚さ、長さについても、厚いもの、短いものほど剛性が低い。これは、載荷板接触面による変形の拘束の影響である。さらに、ベルト状ゴムが低荷重においても大きなヒステリシスループを描くのに対して、円柱供試体にはこれが見られないことは、ゴムの力学的特性がその形状に大きく左右される事を示すものである。

3: 解析手法 簡便に解析を行うために、連結用PC鋼棒内側のコンクリートおよびゴムの部分を均質な新しい材料にモデル化し、ファイバーモデルにより解析した。モデル化する連結部の応力ひずみ関係は以下の手法により求めた。連結部コンクリートおよびゴムの長さを l_c 、 l_g 、ひずみを ϵ_c 、 ϵ_g 、断面積を A_c 、 A_g 、応力ひずみ関係を $\epsilon_c = C(\sigma_c)$ 、 $\epsilon_g = K(\sigma_g)$ とする。軸圧縮力を受ける時の連結部全体のひずみは(1)式で表される。

$$\epsilon = (l_c \cdot \epsilon_c + l_g \cdot \epsilon_g) / (l_c + l_g) \quad (1)$$

ここで、各々の断面に働く軸力は等しいので、コンクリート及びゴムに作用する応力には(2)式の関係がある。

$$\sigma_g = \alpha \sigma_c \quad (\alpha = A_c / A_g) \quad (2)$$

各々の応力ひずみ関係より ϵ_c 、 ϵ_g は(3)式となり、これを(1)式に代入することにより、モデル化する部分の応力ひずみ

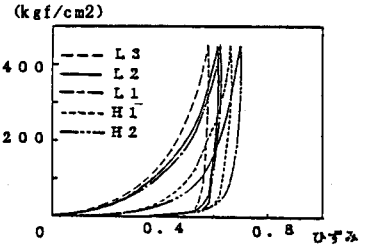


図-1 ゴムの応力-ひずみ曲線(1)

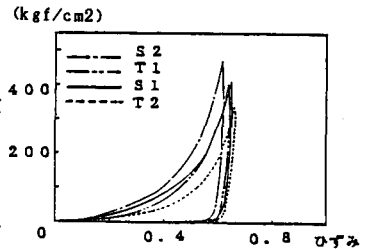
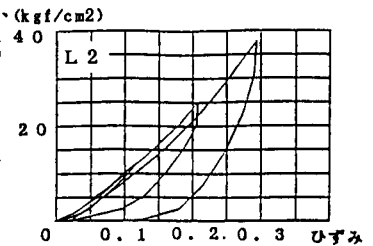
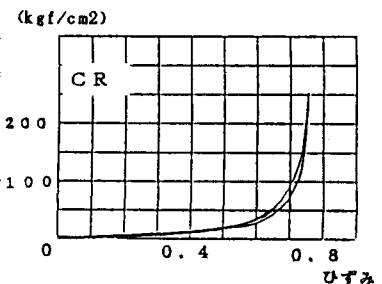


図-2 ゴムの応力-ひずみ曲線(2)

図-3 ゴムの応力-ひずみ曲線(3)
(繰り返し載荷の場合)図-4 ゴムの応力-ひずみ曲線(4)
(円柱供試体の場合)

関係が求められる。

$$\epsilon_c = C (\sigma_g / \alpha) \quad \epsilon_g = K (\sigma_g) \quad (3)$$

一方、連結鋼棒が、軸方向プレストレス導入後に固定される事から図-5に示すように連結鋼棒を除いた断面のプレストレス力によるひずみを起点として連結鋼棒のひずみ量を決定した。

4：実験値との比較　ここで検討する実験値は、図-6に示す可撓性連結部を有するRCはり供試体の曲げ試験結果であり¹⁾、ゴム厚5mm（B-4）、ゴム厚15mm（B-9）の各供試体を取りあげることとした。また、比較のため連結部を持たない一体はり（B-1）についても検討する。解析に使用するゴムの応力-ひずみ関係は、圧縮試験の結果から、図-7に示すものとした。各供試体の実験結果および解析結果を図-8に示す。B-1の解析値はファイバーモデルによるものであり、実験値と非常によく一致しており、ひび割れによる剛性の低下も表現されている。B-4の解析結果は、低荷重域では実験値と一致し、それ以後、降伏荷重までもよく対応しており、ゴムの剛性変化にともなう挙動を表現している。一方、B-9供試体に関しては、実験値と解析値が十分に一致しており、降伏荷重、荷重-変位曲線の特徴も十分に表現されている。これは、ゴムの応力-ひずみ関係のモデル化が適切であった事を示していると思われる。

5：まとめ　（1）連結部をモデル化することにより、可撓性連結部を有するはりの挙動を解析的に把握することができた。（2）ゴムの形状、載荷状態の相違等によるゴムの圧縮変形特性を把握することができた。

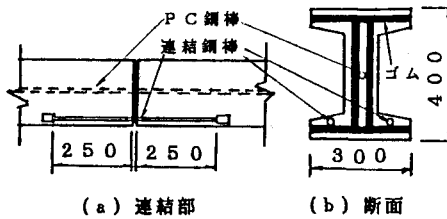


図-6 はり試験供試体

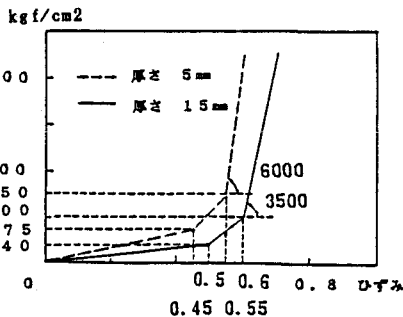
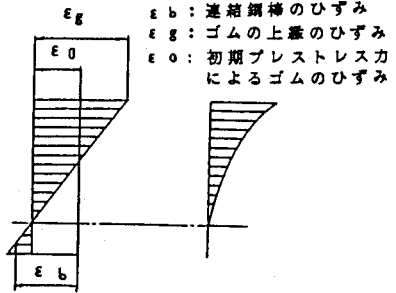


図-7 ゴムの応力-ひずみモデル

表-1 ゴム圧縮試験供試体

供試体名	長さ (mm)	厚さ (mm)	載荷速度*	温度 (°C)
L1	50	5		
L2	100	5		
L3	150	5		
H1	100	10		
H2	100	15		
S1	100	5	50	
S2	100	5	100	
T1	100	5		0
T2	100	5		98
CR	円柱供試体 (直径 50mm 高さ 50mm)			

* 載荷速度 (kgf/cm²/min)



(1) 連結部のひずみ分布 (2) ゴムの応力分布
図-5 連結部のひずみと応力分布

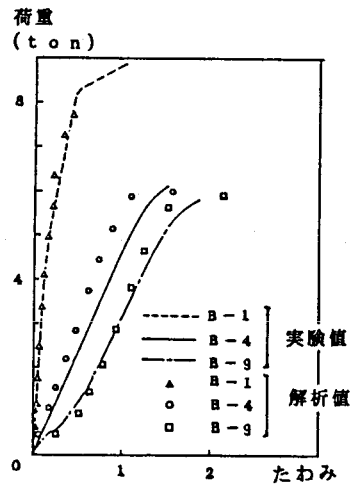


図-8 実験値と解析値の比較

謝辞：本研究は沈埋トンネルの設計検討の一環として首都高速道路公団が横浜国立大学に委託したものである。本研究を行うに際し公団関係各位及び、卒業研究の課題とした酒井精二君、米山高之君、及び森下豊技官のご支援を賜った。ここに、深甚の謝意を表する次第である。

参考文献：1) 高津、山田、大崎、「可撓性継手が沈埋トンネルの耐震性に与える影響」第42回JSC E年講 1987年