

ロードセルの取付けと設置

設置に関する注意事項とその影響

LaVar Clegg 著

ほとんどのロードセルのデータシートには出力、非線形性、ヒステリシス、クリープ、感度の温度依存性などの説明が載っています。このような項目は、理想的な軸に沿った荷重が掛かる場合に適用されます。この論文では軸から外れた不完全な取付けをした時のロードセルの応答について説明します。

斜め荷重

斜め荷重とは、意図した点に向かってはいるが主軸に対して角度を持っている荷重を言います。斜め荷重が起こるには最低 2 つの原因があります。1 つは軸荷重と横荷重が合成されたために起こるもの、もう 1 つは荷重の方向に梁が正しく取り付けられていないために起こるものです。水平でないセルの取付けはよくあります。この状況を図 1 で説明します。斜め荷重 P は軸荷重と横荷重に分解できます。ロードセルはもちろん軸方向の荷重 $P\cos\theta$ には反応します。横荷重成分が軸方向荷重に比べて小さい場合には、斜め荷重による誤差が小さいことは校正で明らかです。非線形性には影響しませんので測定精度に関しては誤差ではありません。設置時や保守において、正確に水平を出すのは現実には難しいので、要求される精度に対応して処置して下さい。斜め荷重の測定誤差の原因として深刻な状況があります。

それは角度が一定でない状態です。セルに対する角度が変動すると非線形性の他にヒステリシス誤差も発生する可能性があります。これらの誤差は校正で無くすことはできません。

例えば、支持が不適切なためにロードセルのマウントが、何らかの弾性(たわみ)を持っているとします。

無負荷の時は 0° 半負荷の時は 1° 全負荷の時 2° であれば、非線形性は下の式の計算から、フルスケールの 0.023% で、このほかに非線形性誤差があり得ます。

$$\%FS = (\cos 1^\circ - \cos 2^\circ) \cdot (1/2) = 0.00023$$

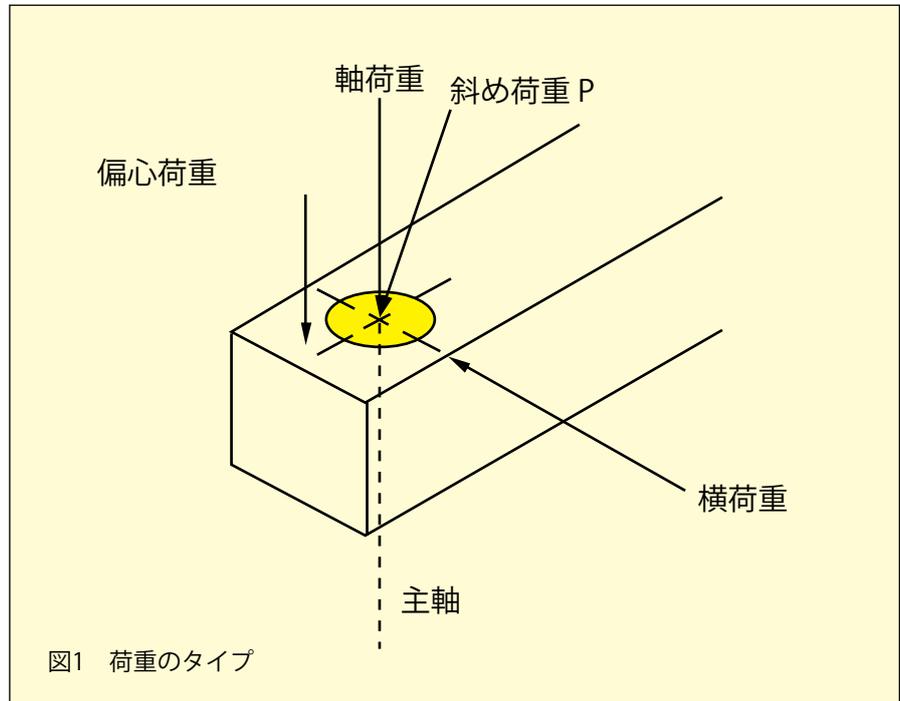


図1 荷重のタイプ

偏心荷重

偏心荷重は主軸に対して平行だが同心ではない荷重を言います。セルは偏心荷重に対して軸荷重と同じ感度を求められます。このようなケースは一般的ではありません。

斜め荷重において角度が一定であれば誤差の原因にはならなかったように、偏心荷重でも一定であれば問題にはなりません。荷重の位置が測定ごとに移動することが誤差発生の原因となります。

横荷重

軸荷重がかかる点において、主軸に対して 90° の角度の力を横荷重と呼びます。横荷重は動荷重や構造物の膨張収縮や各種の取付け不備によって起こる問題です。純粋な横荷重は研究室でも作り出すことは難しく、純粋な横荷重に対するロードセルの反応は測定が難しいのが実情です。

軸荷重に比較して横荷重の応答は非常に小さく、試験荷重が主軸に対して正確に 90° でなければ、小さな軸方向の荷重成分が大きな横方向の荷重成分を大きく上回ってしまうこととなります。

取付け

前述の軸方向と軸から外れた荷重に対する情報は、主として梁の端にかかる荷重に対するものでした。続いて梁の取付け方について見ていきます。

片持ち梁を正しく取り付ける方法の一つしかないということはありません。各現場では、アプリケーションと費用の制約に対して、最適な方法を経験の蓄積から確立しています。以下に、正しい取付片の例についてを解説します。

図 2 は片持ち梁の取付方法を示しています。基礎面 A にボルト C と D で取付けています。荷重は E です。

ロードセルの取付けと設置 (続き)

図 2 は以下の説明の参照図面です。

1. 面 A は斜め荷重を最小にするために水平にします。しかし、最小荷重から最大荷重の範囲で基礎が安定していれば、取付けの水平がある程度以上出ている限り、誤差の原因になりません。基礎の安定性に対する要求度はロードセルの容量に比例します。10,000 ポンド (約 4.5 トン) を超える荷重に対して安定した片持ち梁というのは現実的ではなく、その場合には両持ちのロードセルを使う方が簡単です。
2. 面 A を平らにしてください。ボルト C と D でロードセルの底面を A の取付け面にしっかりと固定します。この二つの面が平らでないとロードセルが安定しません。また梁に不要な応力が発生し、ロードセルの出力に非線形性やヒステリシスを起こす原因となります。ロードセルの取付け面の平面度は約 $5 \mu\text{m}$ 以内です。A 面も同様にします。
3. ボルト C 及び D は引っ張り応力ががかかりますのでグレード 8 以上の高強度ボルトを使います。E 点に荷重がかかるとボルトには引っ張り力が働きます。このような荷重ではボルトを伸ばしロードセルを面 A から引きはがすように働きます。もちろん、斜め荷重の誤差を防ぐため、セルは面 A にしっかりとついていなければなりません。したがって、ボルトは適切に締め付けなければならず、その締め付けに耐えるのはハイテンションボルトだけです。
4. 上記のような理由で取付けボルトは推奨トルクで締め付ける必要があります。必要なトルクはボルトのサイズ、セルの容量、セルの寸法で決まります。下の表にまとめました。

ボルト径	トルク (FT-LBS)
1/4 インチ	12
1/2 インチ	100
3/4 インチ	350

5. ボルトが伸びることは精度に影響するので、短いボルトの使用をお勧めします。基礎のネジは面 A 表面からすぐに始めてください。セルと基礎面の間に大きなくぼみをつけたりスペーサーを入れると、ボルトの頭から基礎面までの距離が長くなりロードセルの厚みを超えるので避けてください。
6. ワッシャを使用しても結構です。使う場合には焼き入れしたグレード 8 または同等品をお使いください。ロックワッシャは使っても差し支えありません。
7. 5000lbs (約 2280Kg) を超える高荷重ロードセルでは、繰り返しの荷重で B 点に変形することがあります。そのような場合には基礎に焼き入れした鋼材の使用をお勧めします。片持ち梁式の本体は硬度約 Rc45 となっており、基礎に適した硬さより少し低めとなっています。誤差の原因を知り、適正な設置方法を採用すれば、設置による誤差を無視できるほどに小さくすることができます。



IC101-2K ロードセル

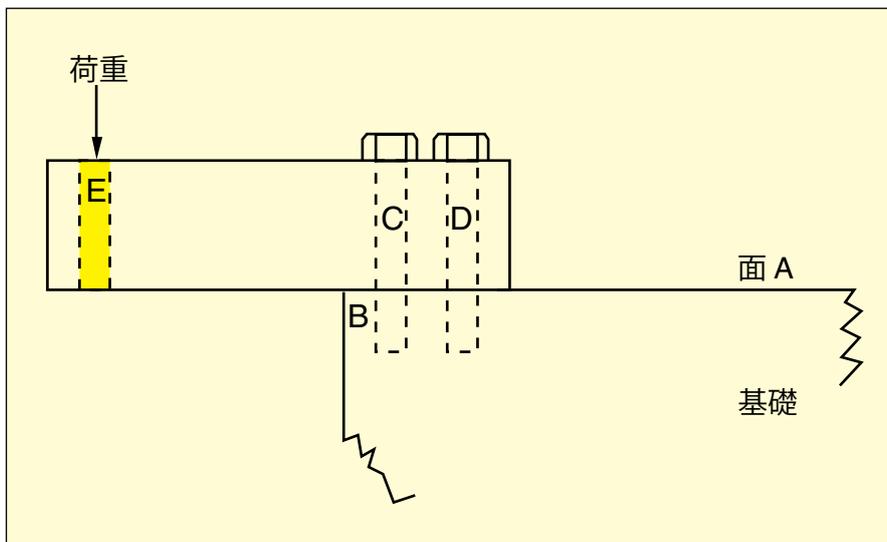


図 2: 簡単な取付け図