

III-665

落し戸実験による応力解放の影響評価（その3）

－既設地中構造物への影響の検討－

日本シールドエンジニアリング 正員 野口 利雄
鉄道総合技術研究所 正員 垂水 尚志

1. はじめに

都市部における地下空間の建設手段として開発されたシールド工法は技術の進歩がめざましく、現在の都市土木には必要不可欠な存在となった。施工例の増加に伴い、応力解放率に代表される掘削時に周辺地盤に与える影響についても徐々に把握されつつあるが、各種施工要因が混在し、明確な解明には至っていないのが現状である。筆者等は既報^{1) 2)}で荷重の再配分についての基礎的検討及び大深度施工における所見を述べてきたが、今回特にシールド掘進時の既設構造物の挙動に着目した実験及び解析を実施したのでここに報告するものである。

2. 実験方法と結果

底版に幅12.5cm（Bで表す）の落し戸を有する幅150cm、高さ75cm、奥行き30cmの実験土槽を用いる。今回は豊浦標準砂（単位体積重量： $1.50\text{gf}/\text{cm}^3$ 、間隙比：0.74）を自動撒き出し機により約50cmの高さから均一に撒き出し、落し戸幅の3倍に当たる高さ37.5cmの地盤を作成した。そして金属帯（りん青銅板：長さ120cm、幅4cm、厚さ0.1cm）の両側にひずみゲージを貼付したものを既設構造物に見立て、所定の位置に設置した。実験装置を図-1に示す。金属帯が底部から0.5B、1.0B、2.0B離れたものをそれぞれケース1、ケース2、ケース3とする。以上の条件で土槽中央部の落し戸1枚を毎分0.5mmの速度で2mm降下させる過程での金属帯のひずみの変化を経時的に記録した。

ケース1の金属帯のひずみ経時変化を図-2に示す。落し戸の最初の1mmの降下により最終値の70～80%のひずみが落し戸直上部の金属帯に発生している。

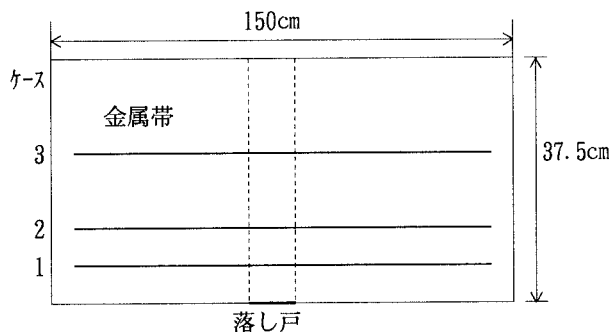


図-1 実験装置

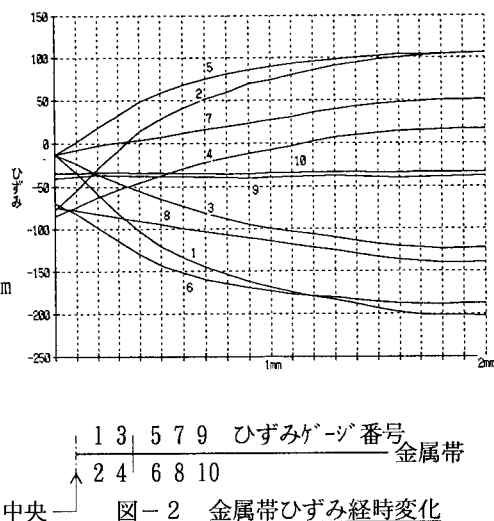


図-2 金属帯ひずみ経時変化

3. 実験結果と数値解析

砂地盤中の金属帯を弾性床上の梁とみなし、骨組解析プログラムを用いて解析する。計算仮定条件、及び方針を以下に示す。

- ・本土被りのケースではゆるみ高さは1.8B程度、地表面沈下量は落し戸沈下量の20%程度とする。¹⁾
- ・地盤反力係数(kv)については、落し戸部分内側は金属帯がゆるみ領域内に存在する場合は0、ゆるみ領域

外に存在する場合は帯部分の沈下量（今回は地表面沈下量に等しいとみなす）と土被り荷重から算出する。また落し戸部分外側は地盤の間隙比0.74から推定する。

・荷重（F）は金属帯がゆるみ領域内に存在するケースでは帯位置からゆるみ領域天端まで、ゆるみ領域外のケースでは帯位置から地表面までとする。

ケース別の解析定数値を表－1に示す。

実験及び解析により得られた金属帯に発生する曲げモーメント分布を図－3に示す。実験で得られた金属帯上縁、下縁のひずみを ε_1 、 ε_2 、弾性係数をE、断面係数をZとすると曲げモーメントMは次の式（1）で求められる。

$$M = (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \cdot E \cdot Z / 2 \quad \text{----- (1)}$$

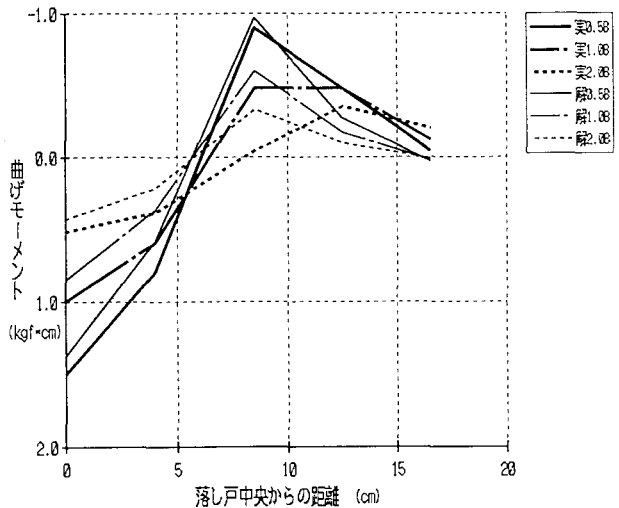
すべてのケースで落し戸の中央部の正曲げモーメントが最大となり、降下した落し戸のやや外側で比較的大きな負曲げモーメントが発生している。また降下した落し戸から落し戸幅程度の離隔で曲げモーメントは急激に低下することがわかる。

表－1 解析定数

ケース	kv-内	荷重	共通
1	0.0	0.024	kv-外 : 4.2 kgf/cm ³ 金 E : 1.2×10^6 kgf/cm ² 属 A : 0.4 cm ² 帯 I : 3.3×10^{-4} cm ⁴ (kv-内 : kgf/cm ³) (荷重 : kgf/cm ²)
2	0.0	0.015	
3	0.475	0.019	

kv : 地盤反力係数 E : 弾性係数

A : 断面積 I : 断面2次モーメント



図－3 金属帯の発生曲げモーメント

4. まとめ

各ケースとも解析値は実験値と比較的よく一致している。曲げモーメントの最大値については正側、負側とも誤差は20%以内である。最大曲げモーメント発生箇所はケース1、2では両者は一致しているが、ケース3ではやや開きがある。これは地盤反力係数の値と範囲の設定に起因すると考えられる。

今回落し戸実験による既設地中構造物の影響検討を実施し、発生断面力の分布状況及び構造物位置による差異について有効な所見が得られた。また単純化した解析手法が実験値を比較的良好な精度で追跡することが確認できた。今後は模型実験、数値解析に加え現場計測結果の導入により本研究の妥当性を検証したいと考えている。

・参考文献

- 1) 垂水・山本・大田・野口：地盤中のトンネル掘削に伴う荷重の再配分－落し戸実験に基づく基礎的検討－土木学会・トンネル工学研究発表会論文・報告集 第2巻、pp27～34、1992。
- 2) 垂水・山本・野口：落し戸降下後の表面載荷に伴う荷重分布、土木学会・トンネル工学研究発表会論文・報告集 第3巻、pp95～102、1993。