

田端駅構内土留擁壁の応力測定

鉄道技術研究所 樋口 芳朗

鉄道技術研究所 針 生 幸治

東京工事事務所 角 田 修

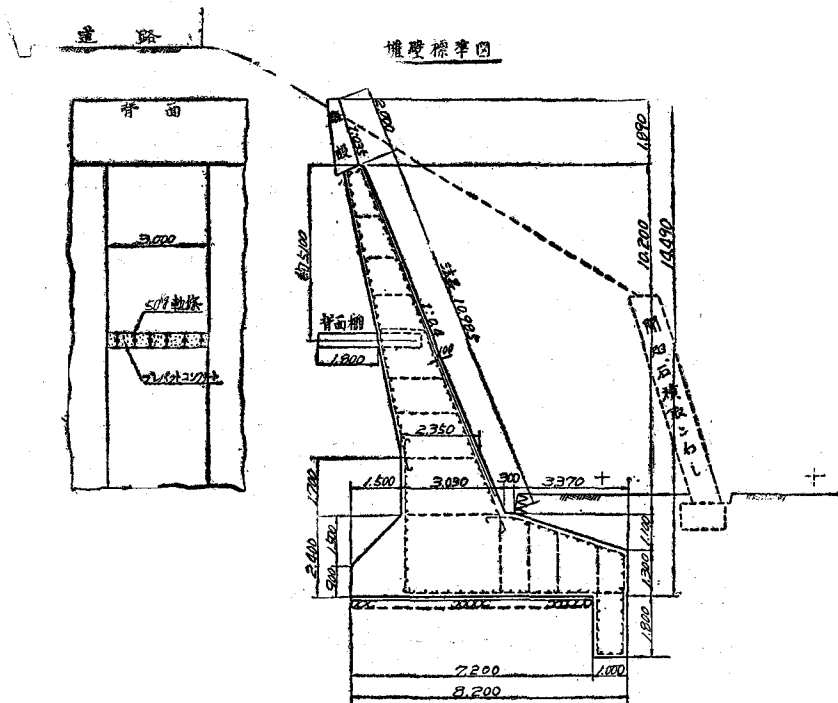
本報告は日暮里 - 田端間に施工された土留擁壁について行っている応力測定の間報である。

§ 1. はしがき

この擁壁は京浜山手線の分離工事に伴う線路増設のため田端駅構内に設けられたものである。

この擁壁に隣接している日暮里、鶯谷、上野の工事区間は、いずれも関東ロームの切取擁壁であつたが、この区間はいつの時代かに盛土した山であつて、その厚さも厚いので、第1図の如き最高15 mの盛土擁壁が採用施工された。

第1図



このような例の少ない大掛りな擁壁は、果して今後経年とともにどのような様相を呈してくるものであるか、これを数量的に知ることが出来るとしたならば、今後設計施工の上に、多くの利益と示唆をあたえるであろうと想像されたので、この擁壁の一部において各種の測定を長期にわたって行うことになった。

測定は擁壁に加わる土圧と、これにより生ずるコンクリートの応力について行っている。昭和31年3月迄は鉄道技術研究所コンクリート研究室及び土質研究室において行い、4月からは両研究室の指導のもとに、東京工事事務所において行っている。

§ 2. 擁壁背面並びに基礎における土圧測定

a) 使用せる土圧計

今回測定の対象となつたものは、静的土圧の経年変化と地震時の最高土圧で、しかもこれらを垂直と接面とに分けて測定されることが望ましいという事だつたので、土圧計も又、この目的に応ずるように設計試作された。

すなわち垂直用のは第3図、接面用のは第4図に示す如きものである。いずれも測定針の外に置針式の最大圧力指示接点があつて、測定針が増大するように動く時は共に動くが、減少するように動く時にはそのまゝの位置に止まるようになってゐる。又この置針は復帰マグネットによつて測定針に接しよくする迄戻されるようになってゐるから、注意の期間における最大圧力を知ることができる。この測定針は発条の伸縮により、圧力の変化に応じて摺動抵抗の上を左右に動くようになってゐる。この針の位置は外部においてホイートストンプリデ方式にて測定されるように配線されている。ただし、接面用の土圧計では、接面応力の方向が(+)と(-)とあるので、そのいずれの場合も測定できなければならない。

したがつて応力零の場合に発条には全能力の半分だけ張力が作用してゐるようにして、応力が(-)になつた時でも常に圧力が作用してゐるようになってゐる。

又応力零の場合測定針は摺動抵抗の中央にあるようにし、かつ置針は左右夫々1ヶずつ取付けられている。

(b) 土圧計の設置位置

土圧計の設置位置は第2図に示す。

(c) 土圧計の設置方法(写真1及び2)

土圧計は擁壁の大体中央部における延長3mの最後のコンクリート打ちになる部分に、夫々の番号の位置に垂直用、接面用とを3m程度離して並べた。基礎底面の C_1 、 C_2 及び C_3 。

第2図 擁壁耐力測定設備配置図

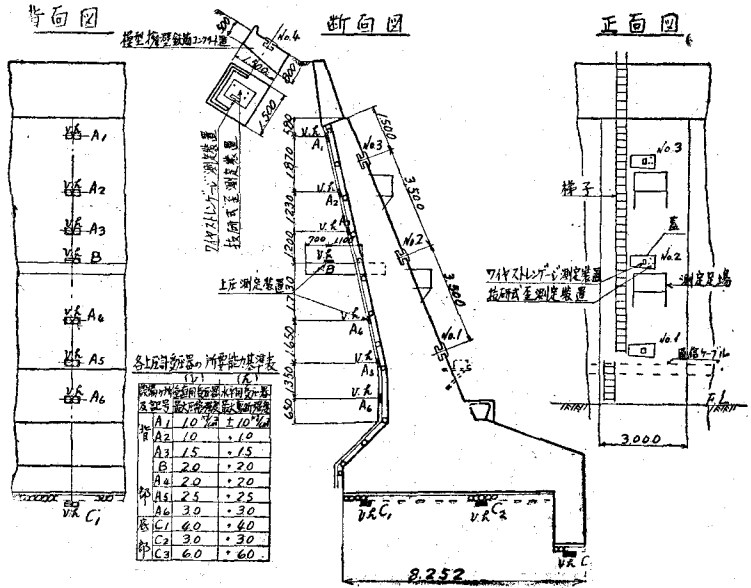
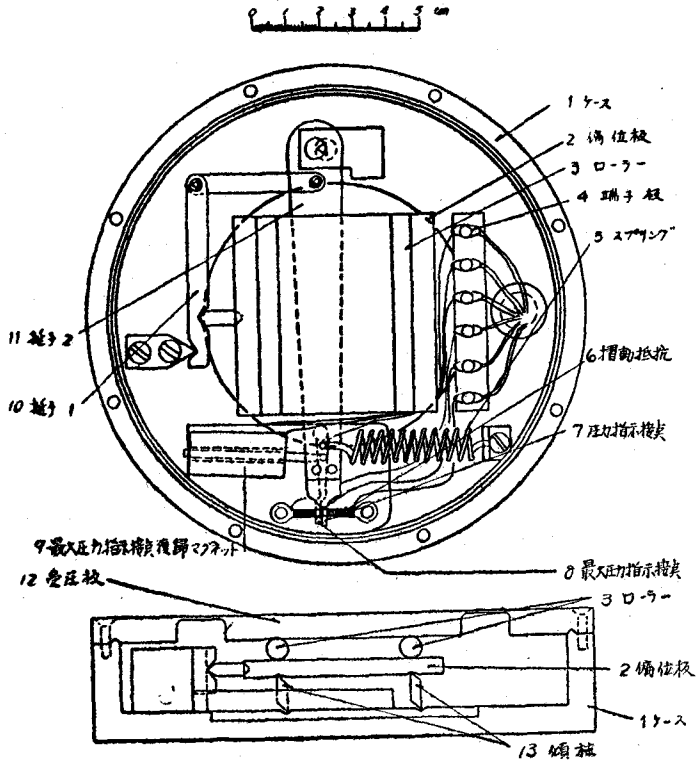
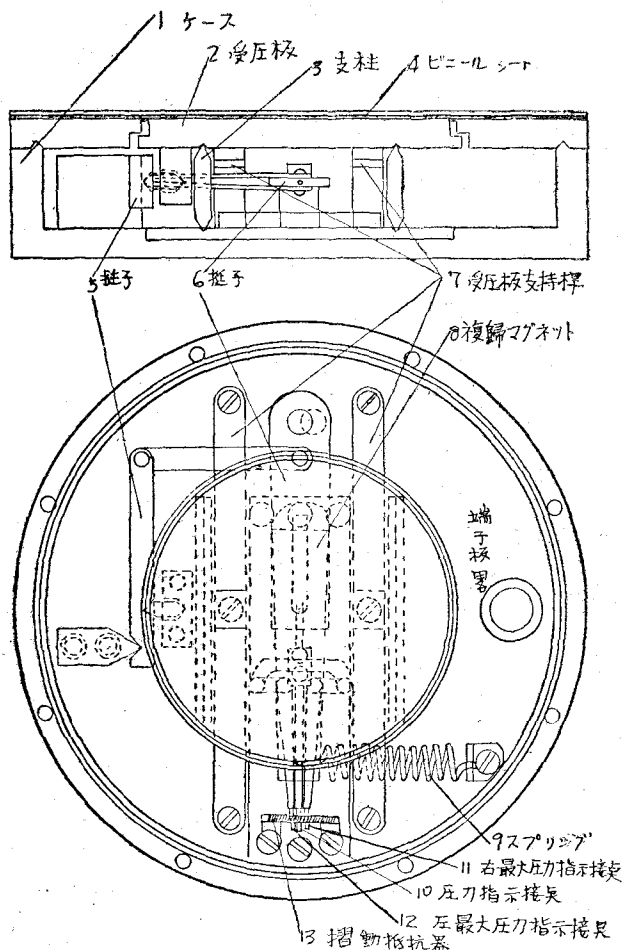


表 3 図 土圧計 (電直用) 縮尺 1/4



は地山の上に砂をうすく敷き、土圧計を設置し、その周囲をセメント・ペーストで固めた。背面の $A_7 \sim A_8$ 、B は土圧計と同じ厚さの厚木を円くり抜き土圧計をはめ込んだ。この厚木を長方形の穴を開けた土留矢板に押し込み、受圧面が土留矢板の土に接する面と同じになるようにして厚木と矢板を更に板をあてて釘付けした。土圧計と背面土のすき間には砂をいれてつきかためた。B は棚の上の土をかきだし、前と同様に厚木にはめこんだ土圧計を平に所定の位置迄押し込みすき間にかき出した土をつめ込んだ。

第4図 土圧計 縮尺 1/5 水平用



d) 測定結果

測定結果は第1表に示す。

第 1 表

記 号	垂直応力		ton/m^2	接面応力		ton/m^2	垂直応力の変 化範囲 ton/m^2	接面応力の変 化範囲 ton/m^2
測定月日	12-3	2-2	6-15	12-3	2-2	6-15		
A ₁	08	08	13	-08	-08	-16	0.7~1.3	-0.8~-1.6
A ₂	15	14	09	-06	-11	-14	0.9~1.6	-0.6~-1.4
A ₃	22	22	13	-06	-02	-04	1.3~2.4	-0.2~-0.6
B	10	09	07	+01	+02	+01	0.7~1.0	+0.1~+0.2
A ₄	52	39	39	-14	-10	-10	3.0~5.3	-1.0~-1.4
A ₅	51	49	53	-10	+05	+06	4.8~5.3	-1.0~+0.6
A ₆	45	45	41	-40	-40	-40	4.1~4.7	-4.2~-4.2
C ₁	52	55	31	+09	+10	+12	2.5~6.4	+0.9~+1.2
C ₂	51	55	41	+02	+03	+03	4.1~5.5	+0.2~+0.4
C ₃	33	3.7	44	00	00	-06	3.3~4.4	+0.1~-0.6

接面応力の(-)は上向き、(+)は下向きを表す

e) 測定結果に対する考察

i) 12月3日の測定値は、土圧計を設置する方法によつて決定された値とみることが出来る。すなわち土圧計を設置し、その上にコンクリートを層に分けて打つのであるが、この時にはコンクリートは液状であるわけで、土圧計にはその液圧がかかることになる。そして時間がたつにつれてかたまつてくれれば、その圧力はそのまま土圧としてのこるわけである。

背面にいった土圧計が殆んど(-)の接面応力すなわち土の側からみれば、上向の応力が生じているのは、半固結状態のコンクリートがその上に打ちこまれたコンクリートの荷重のため圧縮沈下する傾向になるので背面土に接している土圧計は、土表面をすべりおちる傾向となり、上向きの接面応力が作用することになるわけである。

ii) 今回の土圧計は、推定された応力が非常に大きかつたので、その測定範囲も又非常に大きくしなければならなかつた。ところが実際に測定してみると非常に小さいものであり、かつその変化も又非常に小さかつた。中には実測値が土圧変化の傾向をしめすのか、あるいは測定による誤差範囲なのか判然としないものもあつた。

大体の傾向を述べると次のようになる。

底面においては趾端部分(C_3)が圧力増加の傾向にあるが、中央部分(C_2)と踵端部分(C_1)は減少の傾向をしめしている。

背面においては上端 A_1 は増加してきたが A_2 及び A_3 は減少してきた。

棚の上にある B は穴を埋戻すのがむづかしかつたので圧力が少ないものと思われる。

棚の下にある A_4 は初め段々減少し棚の効果かと考えられたが、6月の測定では少し増加している。

A_5 及び A_6 は余り変化がないようである。

接面応力については A_1 、 A_2 及び A_3 は(-)の方向に増加の傾向にあり、 A_4 、 A_5 は初め(+)方向に変化してきたが現在は余り変化がない。 A_6 も余り変化がない。

iii) 地震時又は地震後の土圧変化について考えると、2月14日の地震は中震であつたが、変化の大きく表われたのは C_3 であつた。すなわち垂直は $3.7 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ が $4.3 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ に変化し接面は $(+)0.1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ から $(-)0.6 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ に変化した。其の他は余り大きな変化をしめさなかつた。地震時の土圧を測定するためには、土圧計を目的にあうように少し改良することが必要で、別に考慮中である。

§ 3. 擁壁コンクリートに生ずる応力測定

a) 使用せる歪計

コンクリートに生ずる歪の長期測定方法としては次のようなものがある。

i) 取付式歪計による方法

接着型抵抗線歪計 (ワイヤーストレイン・ゲージ)

非接着型歪計 (カールソン歪計)

振動数歪計 (マイハック歪計) 等

ii) 押当式歪計による方法

技研式歪計、ベリー式歪計等

以上にあげたうち、カールソン歪計及びマイハック歪計は、特に長期測定に適していると思われるが、実験室にてたしかめたことのないことと、高価であることの2点から今回は除外し、接着型抵抗線歪計と技研式歪計を併用することにした。

接着型抵抗線歪計は導線と歪計との接しよく抵抗による誤差を小さくするため4辺ゲージ法を採用した。4辺ゲージ法は温度の影響が少く歪計とこれを取付けたものとの間の絶縁抵抗が十分大きければ、長期測定にすぐれているとされている。ただし歪計指示器の0点の移動を求める必要がある。この補正の方法としては、True Zero Indicator Method と Dummy Control Method とがある。前者の方が直接的でかつ簡単であるので、一般に採用されているが、本測定においては、両補正方法を併用した。

技研式歪計は約400mmの距離を置いて、鋼に設けられた孔の間の距離の変化をてこで拡大したのち、ダイヤル・ゲージでよむようになっている(第5図)。

b) 歪計の設置位置及び方法

歪計の設置位置は第2図に示すごとく4ヶ所で、No.4は乾燥収縮量を求めるために設けた。各測点には4辺ゲージをはりつけるための脚を有する鉄板及び技研式歪計で測定するための孔を頭部に有する小鋼棒2本と補助用の小鋼棒を1本うめこんだ。ゲージはベークライト・ベースのゲージを用い、アラミドを接着剤としてはりつけたのち、ワックスで防護した。

c) 測定結果は第2表及び第3表に示す。4辺ゲージからの測定値に対しては、温度変化に対する補正が不要であるから行っていないが、技研式歪計からの測定値はすべて基準温度を20°Cとして、この温度の時の長さに変換して計算した。

写真 - 1

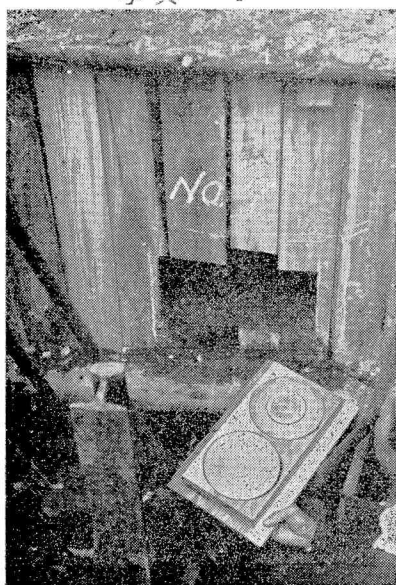


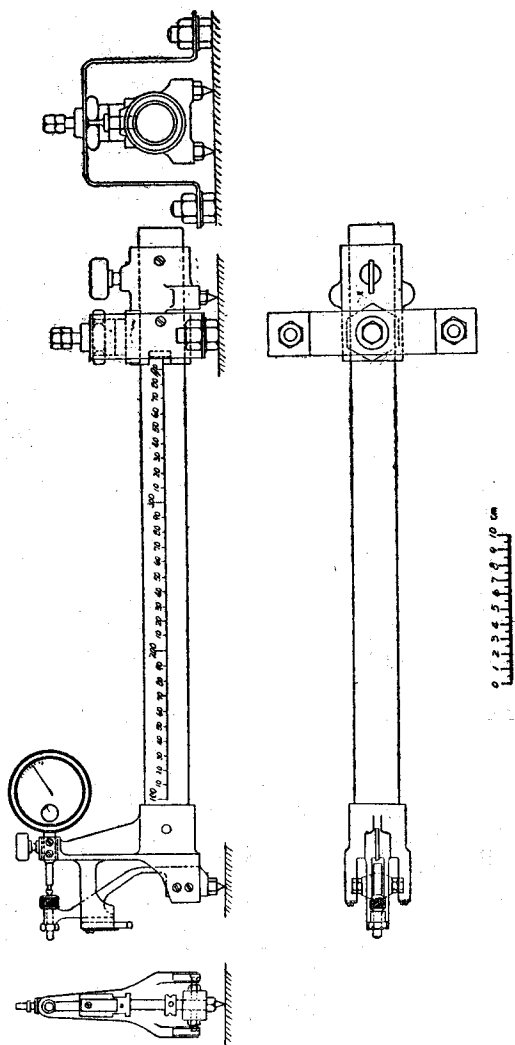
写真 - 2



第 2 表

測 月 日	No. 1.			No. 2.			No. 3.			No. 4.		
	差	歪	①-④	差	歪	②-④	差	歪	③-④	差	歪	
	(mm)	($\frac{1}{400}$) (10^{-6})	(10^{-6})	(mm)	($\frac{1}{400}$) (10^{-6})	(10^{-6})	(mm)	($\frac{1}{400}$) (10^{-6})	(10^{-6})	(mm)	(10^{-6})	
1-12	-0.16	-40	-35	-008	-20	-15	-002	-5	0	-002	-5	
1-14	-0.24	-60	-15	-018	-45	0	-002	-5	+40	-018	-45	
1-20	-0.14	-35	-50	-024	-60	-75	+008	+20	+5	+006	+15	
1-23	+0.30	+75	-50	+008	+20	-105	+042	+105	-20	+050	+125	
2-1	-0.14	-35	-55	-026	-65	-85	+006	+15	-5	+008	+20	
2-7	-0.28	-70	-25	-050	-125	-80	-020	-50	-5	-018	-45	
2-16	-0.32	-80	-15	-064	-160	-95	-032	-80	-15	-026	-65	
2-21	-0.12	-30	+20	-044	-110	-60	-004	-10	+40	-020	-50	
2-29	-0.46	-115	-25	-066	-165	-75	-052	-130	-40	-036	-90	
3-8	-0.06	-15	-15	-040	-100	-100	-004	-10	-10	0	0	
3-23	-0.10	-25	-5	-040	-100	-120	-010	-25	-5	+008	+20	
4-2	+0.08	+20	-50	-002	-5	-75	+012	+30	-40	+028	+70	

第五回 直尺式差針 (送函式) 測定法



第 3 表

	No. 1.			No. 2.			No. 3.			No. 4.
	歪 (10^{-6})	(1-4) (10^{-6})	1/26 (10^{-6})	歪 (10^{-6})	(2-4) (10^{-6})	1/26 (10^{-6})	歪 (10^{-6})	(3-4) (10^{-6})	1/26 (10^{-6})	歪 (10^{-6})
2.7	- 28	+ 28	+11	- 25	+31	+12	- 25	+31	+12	- 56
2.16	-108	- 38	-15	- 95	-25	-10	- 51	+19	+ 7	- 70
2.21	-113	- 15	- 6	-100	- 2	- 1	- 65	+33	+13	- 98
2.29	-148	- 67	-26	-115	-34	-13	- 50	+31	+12	- 81
3.8	-154	- 63	-29	-116	-25	-10	- 48	+43	+18	- 91
3.23	-198	-110	-42	-	-	-	- 60	+28	+11	- 88
4.2	-208	-101	-39	-187	-80	-31	-110	- 3	- 1	-107

d) 測定結果に対する考察

本測定の結果現在判断した点をあげると次の通りである。

i) 測定法について

4辺ゲージで測定する場合 True Zero Indicator Method のみに頼ると不可解なよみを示すことがあるようである。これは歪指示器の状態の良否等に非常に影響されると思うが、一般的に本測定法はワイヤーのさび等のため余程注意しないと3ヶ月以上というような長期の測定には不適當となる恐れがある。

被研式歪計による測定値は歪計をあてる孔の良否による影響も小さくないし、20°C のときの長さに換算することが温度の影響を払拭しているわけでもないせいか4辺ゲージによる測定値とはことなっている。コンクリートに対する長期測定方法としてはコンクリート内にカールソン歪計又はマイハツク歪計をうめ込むのが最良でないかと思われる。

ii) 本測定結果から次のようなことがいえる。

コンクリートの乾燥収縮を4辺ゲージによる測定結果から求めると 11×10^{-5} 程度であつた。

コンクリートに生じた歪(乾燥収縮を除く)を4辺ゲージによる測定結果から求めるとすべて小さく、最大値で(+) 15×10^{-6} , (-) 42×10^{-6} という値を示しているにすぎない。従つて本測定の範囲内では大きな応力は生じていない。

§ 4. むすび

本報告は鉄道技術研究所コンクリート研究室及び土質研究室よりの報告を、東京工事事務所にて取りまとめたものである。測定及び報告を取りまとめるに当り、特殊設計室友永室長、川口技師、コンクリート研究室三浦室長、土質研究室齊藤室長及び東京工事事務所石田次長、山本課長に御指導を仰いだ事に厚く感謝する次第である。