HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	2. 浅層反射法におけるTVGおよびAGCの使用効果
Author(s)	坂尻, 直巳; 森谷, 武男; 田, 望
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 16, 11-19
Issue Date	1966-08-10
DOI	10.14943/gbhu.16.11
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/13914
Type	bulletin (article)
File Information	16_p11-19.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

2. 浅層反射法における TVG および AGC の使用効果

坂尻直巳・森谷武男・田　望
(北海道大学理学部地球物理学教室)
— 昭和41年4月受理 —

1. まえがき

浅い地下構造を探査する一方法として，前論文[1]において，連続的な反射記録を得る測定方式が提案された。この予備的実験で地下数 m ないし 10 数 m にある境界面からの反射波が比較的明瞭に認められること，また測定器の感度を増大すればそれよりも深い所からの反射波も観測されることが判った。しかし，一般に浅い境界面からの反射波の振幅は大きいが，深い境界面からの反射波の振幅は小さいので，同一感度で両者を記録したのでは，深度の大きい反射面は見付けにくい。両者を同じような強度で記録して極く浅い構造からやや深い構造までを一つの画面に表わすためには測定装置に，それに適した改良を加えることが必要である。このために，たとえば，発振時からの時間に応じて増幅器の利得を次第に大きくさせる方法 Time Variable Gain (略して TVG) とか，入力電圧レベルの小さい時には増幅利得を大きく，またそのレベルの大きい時には増幅利得を小さくする Automatic Gain Control (略して AGC) を利用することが効果的と考えられる。そこで，TVG および AGC 回路を試作，検定し，また，その他の装置を若干改良し，反射波を記録するのにこれらを応用してみた。この論文では，この装置並びにその適用効果について述べる。

2. 測定装置

2.1 TVG および AGC に関して要求される性能　筆者等が浅層反射法で探査しようと考えている境界面の深度は主として 50 m 程度までである。その場合の反射走時は各層の伝播速度によって異なるが，大体 100 ないし 200 ms 程度までである。前の論文に述べた実験並びにその後の野外実験により得られた反射波波形を調べたところ，TVG としては 100 ないし 200 ms の間に 30 db 程度利得を増大させるのが適当であろうという見当がついた。

AGC に関しては，先行する波形によって利得が制御されるので，要求される性能を一口に言い表わすことはむずかしい。しかし，最大 30 db 程度の利得差を生じ得るような回路が適当であろうと判断した。

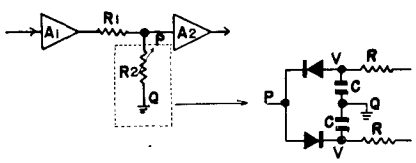
TVG と AGC は回路が類似しており，その一部が共用できるので，一つの装置で TVG

1) 田　望・森谷武男・小川逸郎・田治米鏡二；浅層反射法，北大地球物理報告，**14** (1965), 81.

にも AGC にも切換えて使用できるものを試作し，その使用効果を調べる事にした。その性能としては，上述の如く大体 30 db の利得変化を目標とした。

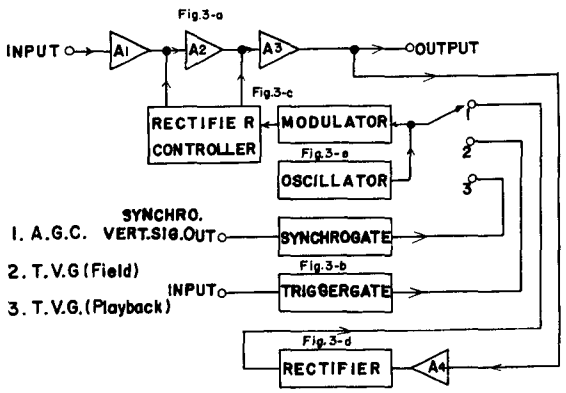
浅層反射法では野外で観測波形をテープコーダーに記録させている。これは沪波器の通過帯域を種々に変えて繰返し再生処理をするためにも便利である。しかし，大きい利得差を持つ TVG または AGC 装置を並用する場合には，再生時に TVG 等をかければ，テープの雑音が問題になり得ると考えられるので，録音時に TVG 等をかける方が望ましいであろう。従って TVG 等を組み込んだ装置は野外でも使用できるように，携帯を便利にし，電力消費も小さくすることが望ましい。

2.2　試作した TVG および AGC 装置　TVG および AGC の回路構成は，反射用地震探鉱器などに度々用いられているダイオードシャント方式を採用した[2]。この方式を模式的に示すと第 1 図の如くなる。A_2 に加わる電圧は A_1 の出力電圧の $R_2/(R_1+R_2)$ であるから，R_2 の値を変えると総合利得がそれに応じて変化する。発振時からの時間に応じて R_2 の値を大きくすれば，この回路は TVG として動作をし，また信号電圧レベルに応じて R_2 の値を変化させれば AGC として動作する。この抵抗 R_2 としてはゲルマニウムダイオードの内部抵抗を利用したが，この内部抵抗はダイオードにかかるバイアス電圧に依存する。したがってバイアス電圧を時間的に，或いは信号電圧レベルに応じて変化させればよい。試作した装置全体のブロックダイアグラムは第 2 図の如くであり各部の配線図は第 3 図に示してある。野外観測における録音時に TVG をかけるときは第 3-a 図と第 3-b 図の各入力端子にピックアップからの信号波を入れる。第 3-b 図ではその初動をトリガーとして利用して矩形波を作り，それを第 3-c 図に入れて一度変調した後整流してダイオードのバイアス電圧を時間的に制御する。このダイオードは第 3-a 図の 7, 8 に接続されており，この回路の増幅度を変化させる働きをする。



第 1 図　TVG および AGC の基本的原理図

Fig. 1.　Fundamental circuits of TVG and AGC.



第 2 図　試作した回路のブロックダイアグラム

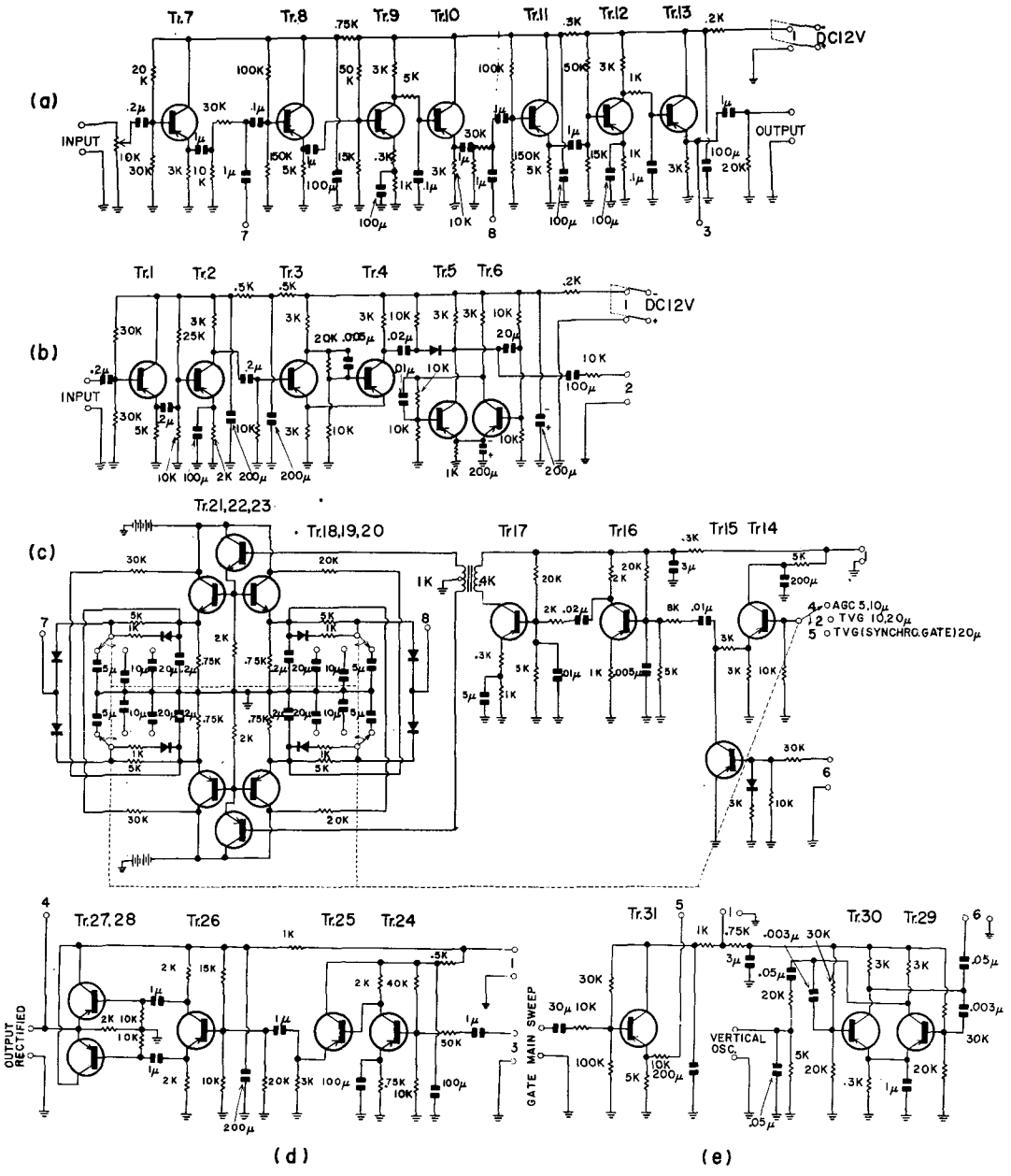
Fig. 2.　Blockdiagram of the circuit.

また再生時に TVG をかける場合では，記録用のシンクロスコープの掃引電圧端子の出力波形を利用することができる。この時

2)　森　喜義・南雲昭三郎；反射地震探査用増幅器の自動利得調整 (AGC) に関する実験，地震調査所月報，(1953), 677.

には掃引電圧を第 3-e 図の左側の Tr 31 に加えれば前述の場合と同様の動作が得られる。

この装置を AGC として使用する場合には第 3-a 図，第 3-c 図，第 3-d 図，および第 3-e 図の右半の回路を用いる。第 3-a 図の input にピックアップからの信号電圧が入ると，それが増幅され，さらに第 3-d 図で 1 段増幅された後整流されて第 3-c 図の回路を通ってダイオード



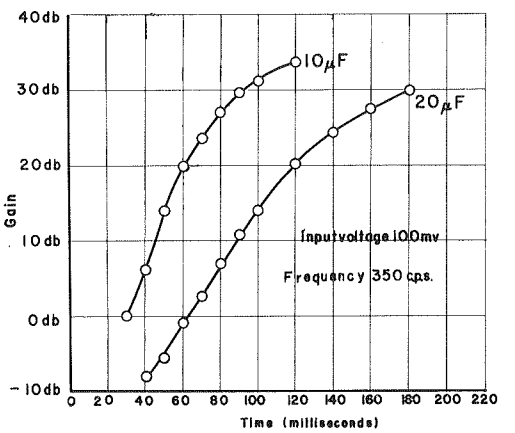
第 3 図　試作した回路の配線図

Fig. 3.　The circuit diagram of TVG and AGC.

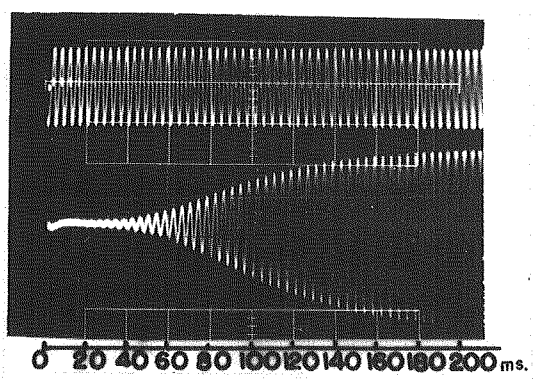
のバイアス電圧になる。すなわち，バイアス電圧は第3-a図の出力電圧レベルに比例して制御されることになる。この動作がAGCである。

TVGの場合の利得の時間的変化，或いはAGCの場合の利得変化の応答の速度は第3-c図のダイオードに接続しているRC回路の時定数によって決定される。この時定数の選択はコンデンサーを切換えることによって行なわれる。TVGの場合には20 μFと10 μFの2組が用意されているが，これは調査する地層の深度により適当な時定数を選択するためである。AGCの場合には10 μFと5 μFの2組が用意されている。

2.3 検定結果　一定振幅の正弦波をこの装置の入力回路に加えつつTVGを働かせ，各瞬間における入出力の振幅比を求め，総合利得の時間的変化を図示したのが第4図である。この図のバイアス電圧制御回路の利得その他を種々実験的に調整して得られた最終結果である。試作目標であった100ないし200 msの間に30 db程度の利得の変化が得られたことがわかる。第5図の上に示されているような振幅が単位階段函数的に変化する入力波形を加えた場合の実際の出力波形を同図の下に示してある。利得変化の様子が直視的に示されている。頭部に若干の零線の変動が認められるが，これはトリガー動作の影響である。この変動を小さくするためにはバイアス電圧制御回路の平衡を実験的によく調整する必要がある。



第4図　TVGの増幅度の時間的変化
Fig. 4. The amplitude response as a function of time for TVG.



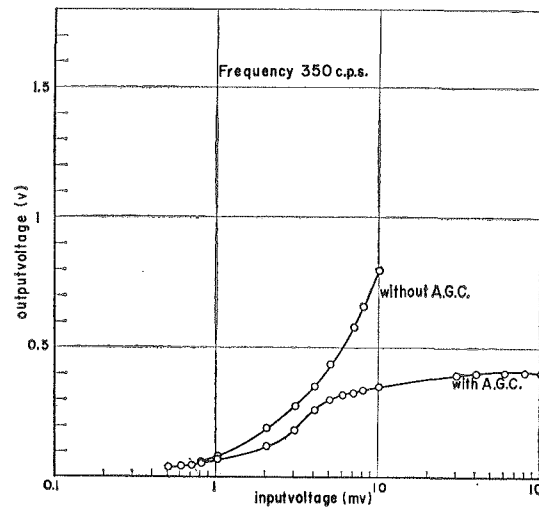
第5図　階段状波形に対するAVGの動作
Fig. 5. The response of TVG to a step wave.

AGC動作の定常的特性を調べるために，定常的正弦波を入力に加えた時の出力電圧を測定し，その入力電圧振幅と出力電圧振幅との関係を図示したのが第6図である。入力電圧が0.6～0.8 mV付近からAGCが効き始め（AGC動作開始電圧），それ以上に入力電圧が増加しても出力電圧は余り変化しない。この関係を入力電圧と利得の関係に書き改めたのが第7図である。AGCをかけない場合は入力が10 mVまで利得が一定であるのに対して，AGCをかけた場合は入力レベルが6 mV以上になると，利得が直線的に低下する。

第8図の上に示されるような振幅が単位階段函数的に変化した正弦波を入力に加えた場合の出力波形を同図の下に示す。この場合には，利得制御回路の時定数に起因する過渡的現象が現われる。すなわち，最初，信号が加った時には，それ以前の無信号時の大きな利得の状態が残っているので，頭部に大きな出力が見られる。しかし，次第に前述の定常的状態に移行して振幅が制御され小さくなる。以上の動作は記録に適当なコントラストをつけるので反射波の検出が容易になる。

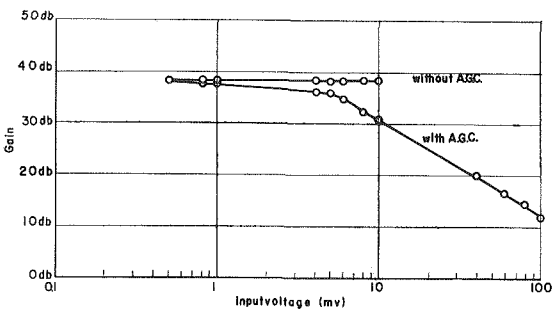
2.4　テープコーダーについて　前の論文[1]で述べた実験では，市販の交流電源用のテープコーダーを用いたが，野外観測では商用交流電源を得難い場合が多い。それ故，その後の実験では，単一乾電池を使用する携帯用のテープコーダー (TEAC R-55 S) を使用している。前回試作した沪波器も，前述の TVG および AGC 装置も乾電池または蓄電池を電源に使用できるので，野外における録音は商用交流電源のない場所でも実施できる。

2.5　シンクロスコープ撮影装置　シンクロスコープの輝度変調を利用して，連続的反射記録を撮影するのに市販のシンクロスコープ撮影装置を若干改造して利用することを試みた。撮影装置のブロマイド面を少しづつ微動させる機構を作り，その度毎に露光することにより，1枚のポラロイド印画紙に約120の連続的



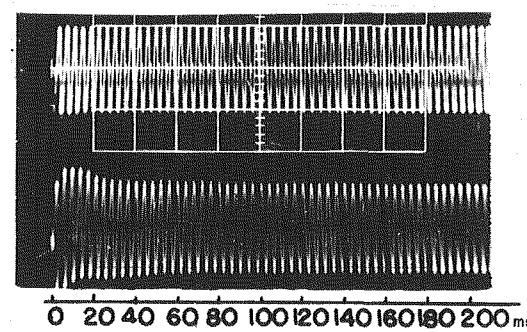
第6図　定常正弦波形に対する AGC の入出力特性

Fig. 6. Characteristics for a steady state signal.



第7図　入力電圧の増加に伴う増幅度の変化

Fig. 7. Amplitude response as a function of input voltage



第8図　階段状波形に対する AGC の動作

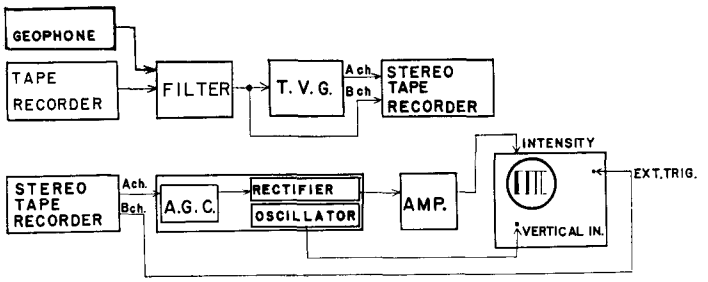
Fig. 8. The response of AGC to a step wave.

1) 前出

反射記録を能率よく撮影することが可能になった。

3. TVG および AGC の使用効果

3.1 実験操作 TVG および AGC を使用する場合には，前述の如くテープコーダーのダイナミックレンジを考えると，録音時に用いる方が望ましい。しかし，今回は種々条件を変えて実験を繰返す必要があったので，野外観測には使用せず，既に録音されてあったテープを繰返し再生し，この信号をピックアップからの直接信号の如く見なして，これに TVG や AGC 或いはこの両者を重複して作用させて，その効果を調べた。実際の測定に用いたシステムの例は第 9 図に示してある。前の論文[1] で述べた方法によって野外で録音したテープを再生する。その信号を沪波器を通し，さらに TVG 装置に入れ，その出力をステレオテープコーダーのチャンネルAに録音する。一方沪波器だけ通した信号をチャンネルBに録音し，これは次の操作のトリガー信号として利用する。次にこのテープを再生し，その出力信号に AGC をかけてこれをシンクロスコープの輝度変調端子へ導く。



第9図 記　録　方　法

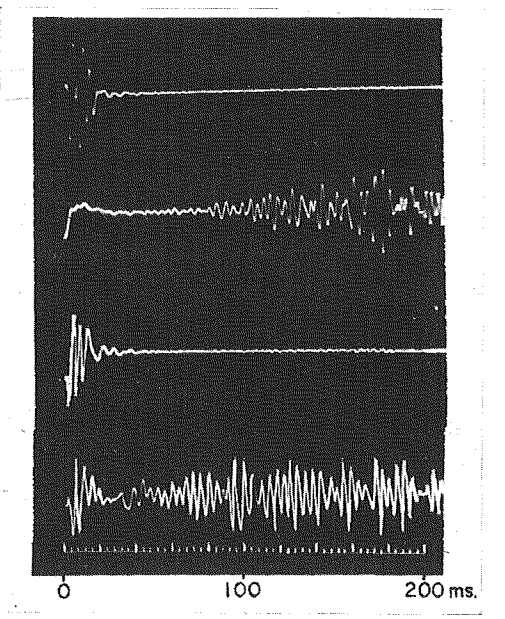
Fig. 9. The procedure for obtaining the record.

3.2 波形の比較 第 10 図の一番上の波形は生の記録であって，2 番目のものはこれに TVG のみをかけたもの，3 番目のものは AGC のみをかけたもの，最後のものは TVG と AGC を重複して操作したものである。生の記録は初動に近い部分，すなわち，浅い境界面からの反射は強く出ているが，深い境界面からの反射は極めて弱い。このような波形を「濃淡」記録にすると深い所からの反射波は殆んど認められなくなってしまう。TVG のみをかけた記録は後部の方が強く表われていて深い所からの反射を調べるのに効果的である。利得の時間的変化の割合が適切であれば，TVG のみで極めて良好な記録が得られるであろう。しかし，その最適の変化の割合は地下構造によって異なるであろうから，その調節は必ずしも容易でない。AGC のみをかけたものは後部もかなり出ているがまだ振幅のレベルが適当になるまでには至っていない。これは先行する波形の影響が残っているためである。TVG と AGC を重複してかけたものは全体の振幅の配分が適当になっている。これは TVG で強制的に振幅の配分を大体

1) 前出

揃えた後 AGC で自動的に再修正したためである。この実験から野外観測で TVG を使用して録音し，再生時に，さらに AGC をかけるのが適当であろうと思われる。

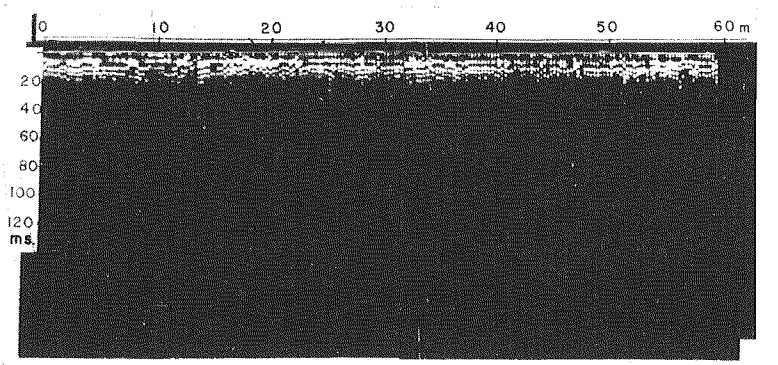
3.3　連続的反射記録への応用　前述の如き実験操作によって，TVG および AGC を重ねてかけた時，連続的反射記録がどの程度改善されたかを調べた。使用したテープは，1965 年 7 月に新潟県白根市の郊外で録音したものである。第 11 図は TVG も AGC も用いない信号を「濃淡」記録したものである。この記録では地表近くに若干の信号が認められるだけで，それより深い所では反射面は認められない。



第 10 図　記録した波形の比較

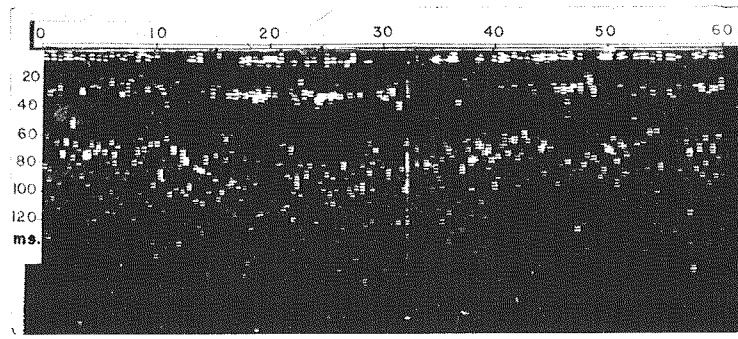
Fig. 10.　A comparision of wave forms recorded.

第 12 図は同じテープに TVG および AGC をかけて得られた記録である。これによれば，30 ms および 70 ms 付近に反射面を認めることができる。これらの境界面の深度は同じ場所で実施された屈折法の解析結果[3] とも大体一致している。振源のエネルギーが通常の場合より小さかったため，TVG 等をかけぬ記録では反射面が検出されなかったものと思われる。



第 11 図　TVG も AGC も動作させない時の濃淡記録（白根市）

Fig. 11.　Reflection records obtained at Shirone-city by variable intensity without TVG and AGC.



第12図　TVG, AGC を動作させた時の濃淡記録 (白根市)

Fig. 12. Reflection records obtained at Shirone-city by variable intensity with TVG and AGC.

4. む　す　び

使用効果の例にも見られる様に，TVG および AGC 装置は数 m ないし数 10 m の地下構造を反射波により探査する場合に，極めて有効であることが判った。ここに示した例はわずかであるので，今後種々の構造の所で実験を行ない，この回路の時定数や利得変化の度合を一層適切なものにする必要がある。これと同時に他の装置や技術，たとえば振源装置の開発，S-N 比の向上，或いは記録装置の改善等も研究すべき問題である。これらの進展に伴なって浅層反射法は多方面への実用性を持ち得るものと考えられる。

2. Effects of TVG and AGC on Records by Reflection Method for Shallow Layers

By Naomi SAKAJIRI, Takeo MORIYA and Nozomu DEN
(Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University)

In the previous report a new reflection technique for surveying shallow structures was presented.

Further developments have been made to get clearer records and get more penetration than the previous.

The amplitude of reflected waves from deep interfaces must be extremely smaller than that from shallow ones. In order to record reflected waves from interfaces of various depths on one record with same intensity, it is necessary for the gain of the amplifier to increase with time from the shot instant or to vary in accordance with the level of the input signal. An amplifier with TVG and AGC circuit has been made and tested.

The method of the gain control of this amplifier is due to the diode shunt system.

3) 田治米鏡二・高橋満弥・小川逸郎・今野義雄；屈折 P 波による地下構造，地震探鉱実験グループ会報，**39** (1965), 3.

In the case of TVG, the gain increases by about 30 decibels during 100 or 200 milliseconds. TVG as well as AGC has been applied to recording reflection at an experimental field. The reflecting layer deeper than 30 m could be found by the present method which was missed by the previous one. The structure above described was in good agreement with the result from refraction shooting at the same place.