

भूकम्प

डा० अमरनाथ टंडन

EARTHQUAKES

A. N. Tandon

Meteorological office, Poona

(Received 11 July 1951)

Nearly a million earthquakes (large and small) shake the different regions of the world every year. The effects of these on life and property have been described. Three types of earthquakes commonly felt, viz., tectonic, volcanic and plutonic have been described and a brief account of the causes of their origin has been given. Brief mention has also been made of the propagation of seismic waves and how they help in determining the epicentre of the earthquakes from records of seismographs.

भूकम्प प्रकृति के एक विनाशकारी साधनों में से हैं। ये प्रतिवर्ष भिन्न-भिन्न देशों में अत्यन्त हानि पहुंचाते हैं। अनुमान किया जाता है कि प्रतिवर्ष संसार में छोटे-बड़े मिला कर कोई दस लाख से भी अधिक भूकम्प कहीं न कहीं आते रहते हैं। अभी तक जितने भूकम्प संसार में आये हैं, उनके कारण लगभग एक करोड़ से अधिक मनुष्यों के प्राण जा चुके हैं। कभी कभी तो एक ही भूकम्प में लाखों मनुष्य कालग्रस्त हो जाते हैं। सन् १९३५ ई. में जो भूकम्प क्वीटा नगर में आया था उसके कारण कोई २५००० नरनारी हताहत हुये थे। अप्रैल सन् १९०५ ई. में कांगड़ा के भूकम्प ने भी २०००० के लगभग मनुष्यों के प्राण ले लिये थे। संसार का सब से बड़ा भूकम्प १२ जून सन् १८९७ ई. में आसाम प्रदेश के शिलांग के पठार में हुआ था। इस भूकम्प के कारण शिलांग के आसपास के समस्त घर नष्ट हो गये थे और सम्पत्ति की हानि तो नैपाल से बंगाल की खाड़ी तक और बिहार की सीमा से ब्रह्मा की सीमा तक लगभग १४८००० वर्ग मील में हुई थी। शिलांग से कोई ५०० मील दूर कलकत्ते में भी कुछ घरों को भारी हानि पहुंची थी।

संसार में भूकम्प बहुधा दो बड़ी-बड़ी पट्टियों में आया करते हैं। इनमें से एक पट्टी तो प्रशांत महासागर के चारों ओर है। यह दक्षिणी अमेरिका की पश्चिमी पहाड़ियों, मध्य अमेरिका तथा उत्तरी अमेरिका में होती हुई पश्चिम की ओर घूम जाती है फिर एलास्का के दक्षिणी किनारे,

एल्यूशियन और क्यूराइल द्वीपों में होती हुई जापान की ओर मुड़ जाती है। इसके उपरांत यह पूर्व की ओर मुड़ जाती है और फिलिपीन तथा सोलोमन द्वीपों में होती हुई न्यूजीलैंड की ओर चली जाती है। दूसरी पट्टी मैक्सिको में आरंभ होकर पश्चिमी द्वीप समूह, दक्षिणी यूरोप, एशिया माइनर, पाकिस्तान, भारत, और इंडोनेशिया में हो कर जाती है। एक तीसरी पट्टी एटलांटिक महासागर के मध्य से हो कर आर्कटिक से एन्टार्कटिक सागर तक फैली हुई है, परन्तु इस पट्टी में भूकम्पों का वेगकुछ कम होता है। यह पट्टियां चित्र नं. १ में दिखाई गई हैं।

भारतवर्ष और पाकिस्तान में भूकम्प अधिकतर हिमालय पर्वत और उनकी तराई की भूमि में आया करते हैं। दक्षिण का पठार भूकम्पों के कोप से लगभग मुक्त है। हिमालय पर्वत की दक्षिणी श्रेणियों के आसपास गत सौ वर्षों में, कोई एक दर्जन बड़े भूकम्प आचुके हैं। गत १५ अगस्त सन् १९५० ई. को उत्तरी-पूर्वी आसाम में जो भारी भूकम्प आया था, वह तो अभी सब को स्मरण ही होगा। कहा जाता है कि यह भूकम्प संसार के पांच बड़े भूकम्पों में से एक था। इस भूकम्प में दस लाख अणु बमों से भी अधिक शक्ति थी। उत्तरी-पूर्वी आसाम में लगभग १८००० वर्ग मील में धन जन को अपार क्षति पहुंची थी।

भूकम्पों का प्रभाव

जब किसी स्थान में भूकम्प आता है तो पृथ्वी वहां आगे पीछे हिलने लगती है। आरंभ में, एक धक्का लगता

है और पृथ्वी कम्पन करने लगती है। शक्तिशाली भू-कम्पनों में कम्पन का वेग अधिक होता है जिसके फलस्वरूप घर इत्यादि धराशायी हो जाते हैं या उनको भारी क्षति पहुंचती है। दीवारों में बहुधा X आकार की दरारें पड़ जाती हैं। कभी कभी तो मकान नीव सहित अपनी जगह से कुछ फुट दूर खिसक जाते हैं। धुआं निकलने की चिमनियां इत्यादि तो बहुधा गिर जाया करती हैं। कुर्मी, मेजू, अलमारियां, तथा पृथ्वी पर रखी हुई अन्य वस्तुएं अपने अपने स्थानों से हट जाती हैं। अलमारी इत्यादि के गिरने से चीनी, मिट्टी तथा कांच के बने हुये बर्तन टूट जाते हैं। समाधियों के पत्थर प्रायः अपने स्थान पर घूम जाते हैं। लटकती हुई वस्तुएं, पेड़, खम्भे और ऊंची ऊंची बुजियां आगे पीछे हिलती हुई दिखाई देती हैं। भूकम्प क्षेत्र के समीप हानि की मात्रा बहुत अधिक होती है। यहां खेतों और सड़कों की पृथ्वी फट जाती है और दरारों से पानी तथा बालू अधिक मात्रा में निकल कर ऊपर फैल जाता है जिसके कारण उपजाऊ खेत या तो ऊसर हो जाते हैं, या उनको फिर से उपजाऊ करना पड़ता है। यातायात के साधन भी भूकम्प से नष्ट हो जाते हैं। तार, टेलीफोन इत्यादि तो छोटे-छोटे भूकम्पों में ही बन्द हो जाते हैं। बड़े भूकम्पों में तो सड़कें भी टूट जाती हैं। और कहीं-कहीं नीचे धंस जाती हैं। रेल की पटरियां भी या तो टेढ़ी-मेढ़ी हो जाती हैं, या टूट जाती हैं। समतल भूमि ऊंची-नीची हो जाती है जिसको फिर से ठीक करना बहुत कठिन हो जाता है।

पहाड़ी क्षेत्रों में मिट्टी और चट्टान के टुकड़े, पर्वतों के शिखर तथा ढालों से, अपने स्थानों को छोड़ कर नीचे की ओर गिरा है। इनके मार्ग में जो गांव इत्यादि होते हैं, वह नष्ट हो जाते हैं। पर्वतीय वन भी इनके साथ-साथ नीचे गिर जाते हैं और पहाड़ियां नग्न हो जाती हैं। गिरी हुई चट्टानों, मिट्टी तथा अन्य मलबे से घाटियां भर जाती हैं। जो नदियां इनमें होकर बहती हैं, उनका पानी रुक जाता है और एक झील के रूप में एकत्रित होकर रहता है। कुछ समय के पश्चात् जब एकत्रित पानी के भार से चट्टानों तथा मिट्टी का बना हुआ बांध टूट जाता है, तो पानी वेग के साथ नीचे की ओर दौड़ता है जिसके कारण बहुत से गांव इत्यादि बह जाते हैं। जब यह पानी

नीचे के मैदानों में पहुंचता है तो वहां की नदियों में बाढ़ आ जाती है। हाल के आसाम के भूकम्प में भी पहाड़ियों को बहुत क्षति उठानी पड़ी थी। भूकम्प के कुछ दिन पश्चात् नदियों में बाढ़ आ गई, जिसके कारण बहुत से मनुष्य व गाय बैल आदि बह गये। खेतों को भी अत्यन्त हानि हुई। अनुमान किया जाता है कि आसाम में बाढ़ के कारण भूकम्प में भी अधिक हानि हुई।

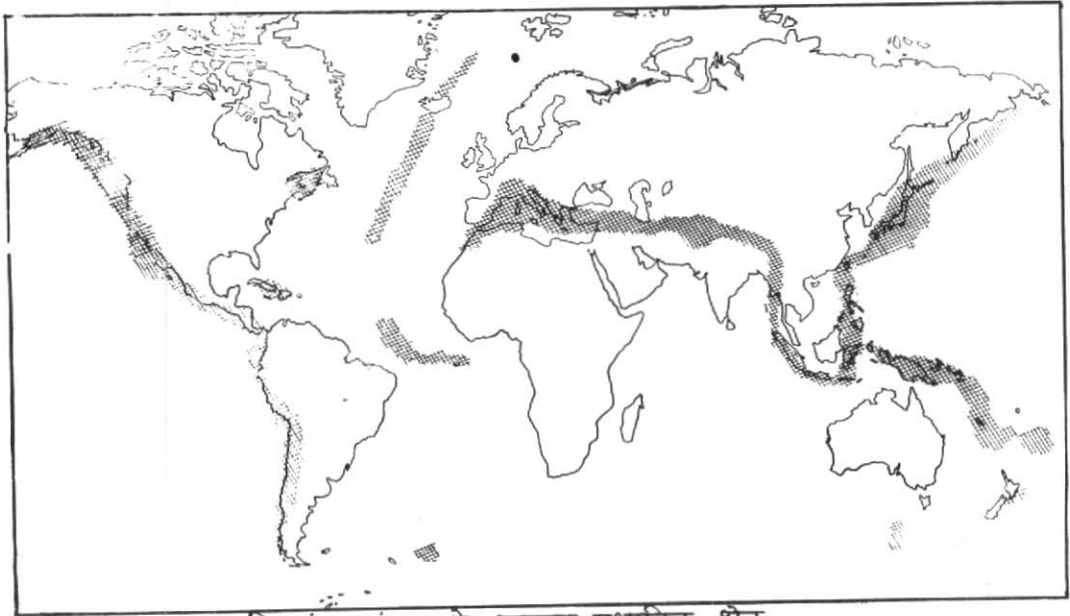
आजकल अमेरिका, यूरोप तथा जापान आदि में जो बड़े बड़े नगर हैं उनमें प्रायः प्रत्येक परिवार में भोजन गैस की अग्नि द्वारा बनाया जाता है और पानी नलों द्वारा घर-घर में बांटा जाता है। इस प्रकार के आधुनिक नगरों में भूकम्प आने से गैस के नल टूट जाते हैं और टंकियां गिर जाती हैं। परिणाम यह होता है कि समस्त नगर आग से नष्ट हो जाता है। सन् १९०६ ई. में अमेरिका में सैनफ्रांसिस्को नगर और १९२३ ई. में जापान में टोकियो नगर की यही दशा हुई थी।

भूकम्प के धक्के तथा कम्पन का प्रभाव मनुष्यों के ऊपर विभिन्न प्रकार का होता है। भूकम्प की प्रबल शक्ति के सम्मुख मनुष्य विवशता से भयभीत हो जाता है। किसी किसी के मिर में दर्द, तथा चक्कर आने लगते हैं। सुनने की यन्त्र-गति में गड़बड़ी आ जाती है। पत्थर, ईंट की बनी हुई दीवारें, बुजियां तथा कंक्रीट के फर्श जैसी ठोस वस्तुएं लहरिये के रूप में दीखने लगती हैं जो यदि वास्तविक हों तो उनके टुकड़े-टुकड़े कर दे। इन कारणों से मनुष्य में एक असाधारण मानसिक अव्यवस्था उत्पन्न हो जाती है।

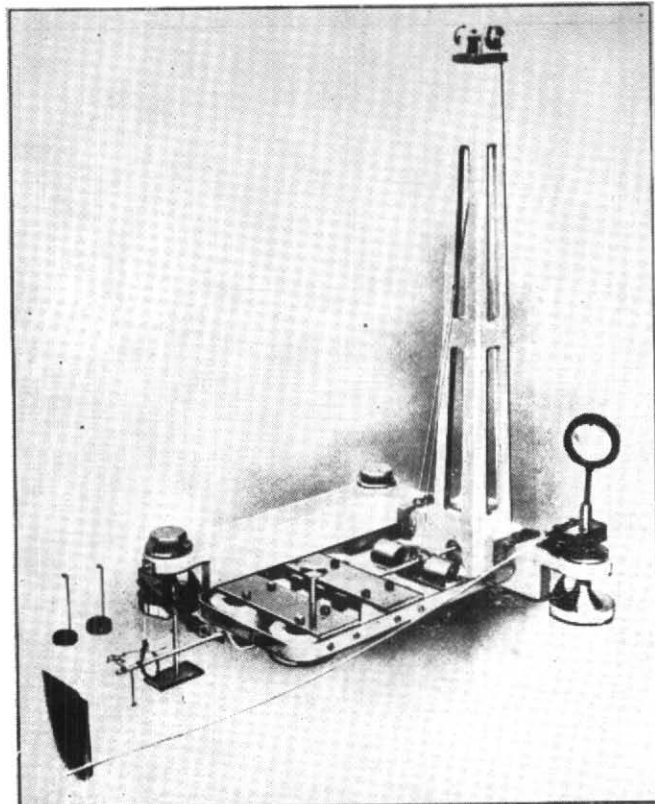
पशु, पक्षी तथा जंगली जीव भी इसी प्रकार से विचित्र व्यवहार करने लगते हैं। कुत्ते भौंकते हैं, गाय, बैल आदि इधर उधर भागते हैं, मुर्गे उत्तेजित हो जाते हैं और चिड़ियां उड़ जाती हैं। मछलियां भी पानी में असाधारण व्यवहार करने लगती हैं।

भूकम्प क्यों आते हैं

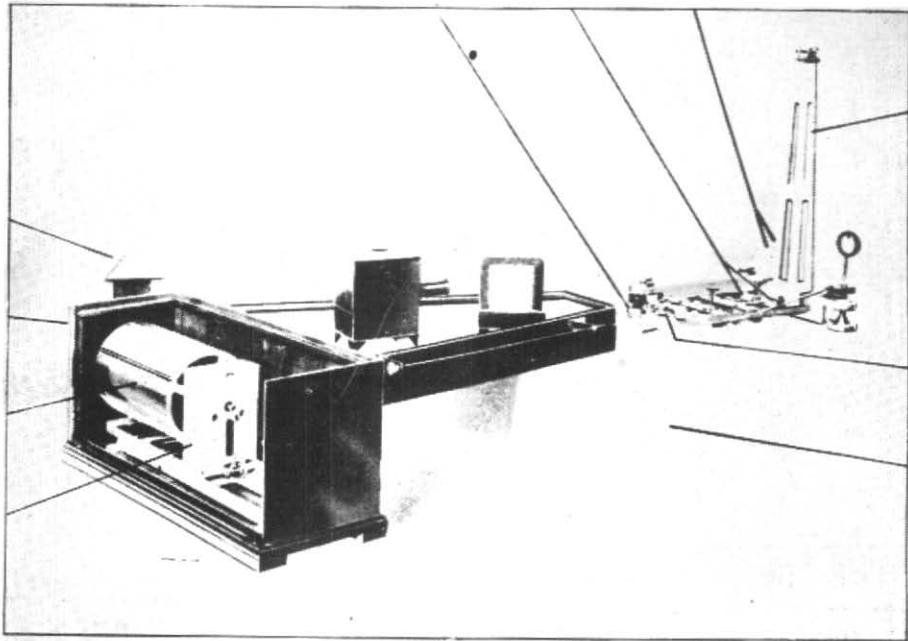
विज्ञान के विकास के पूर्व भूकम्पों का कारण भी किसी न किसी पौराणिक सिद्धांत पर निर्भर माना जाता



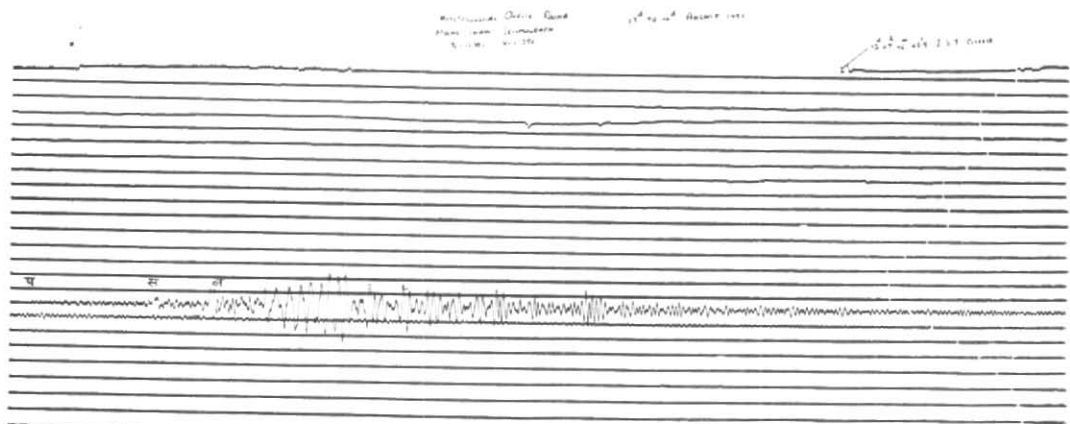
चित्र नं. १. संसार के भूकम्प प्रभावित क्षेत्र.



चित्र नं. २. मिलनेशा सिस्मोग्राफ.



चित्र नं. ३. सिस्मोग्राफ रेकार्डर .



चित्र नं. ४. सिस्मोग्राफ द्वारा लिया हुआ भूकम्पका लेख चित्र

था। अपने ही देश में यह मत है कि पृथ्वी शेषनाग के सहस्र फणों पर टिकी हुई है। जब कभी एक फण पर बोझ बढ़ जाता है तो शेषनाग फण बदलते हैं जिससे भूकम्प आता है। अन्य देशों में भी भूकम्पों के लिये एक न एक इसी प्रकार का सिद्धांत है। कुछ लोगों का मत है कि भूकम्प एक दैविक कोप है, जब पृथ्वी पर पाप अधिक मात्रा में होने लगते हैं तो भूकम्प आ जाते हैं।

विज्ञान के अनुसार तो भूकम्पों का सम्बन्ध भूगर्भ-विज्ञान से है। अधिकांश भूकम्प पर्वतों तथा उनके निकटवर्ती क्षेत्रों में होते हैं जिससे यह प्रतीत होता है कि भूकम्पों का पर्वत श्रेणियों तथा उनके बनाव के इतिहास से घनिष्ठ सम्बन्ध है। भूकम्प तीन प्रकार के होते हैं। एक प्रकार के भूकम्प ज्वालामुखी से सम्बन्ध रखते हैं। दूसरे प्रकार के भूकम्प चट्टानों के आन्तरिक भाग से उत्पन्न होते हैं जो "टैक्टोनिक" (Tectonic) भूकम्प कहलाते हैं। अधिकतर भूकम्प इसी प्रकार के होते हैं। तीसरे प्रकार के भूकम्प पृथ्वी के अन्तःस्थल में बहुत गहराई से आते हैं। यह गहरे या प्लूटोनिक (Plutonic) भूकम्प कहलाते हैं। कभी-कभी तो इस प्रकार के भूकम्पों का केन्द्र धरातल के नीचे लगभग ४०० मील तक अन्दर में होता है। भारत के उत्तर में हिन्दूकुश पर्वतश्रेणियों में इस प्रकार के भूकम्प प्रायः आते रहते हैं। इनके केन्द्र की गहराई कोई २०० मील के लगभग होती है।

जिन भूकम्पों का सम्बन्ध ज्वालामुखी पर्वतों से होता है उनका प्रभाव बहुत दूर-दूर तक नहीं फैलता। अधिक से अधिक ५० या १०० मील तक पृथ्वी साधारण रूप से हिल जाती है। घर आदि को हानि तो ज्वालामुखी के मुंह से कुछ ही मील दूर तक होती है। इस प्रकार के भूकम्प ज्वालामुखी के फटने से पहले अधिक आते हैं। उनकी संख्या और शक्ति दिन-दिन बढ़ती जाती है और जब ज्वालामुखी का उद्गार हो जाता है तो ये भी बन्द हो जाते हैं। इटली, जापान तथा ईस्ट इंडीज में जहां ज्वालामुखी पर्वत हैं इस प्रकार के भूकम्प बहुधा आया करते हैं।

टैक्टोनिक भूकम्प अधिकांशतः नई-नई पर्वत-श्रेणियों के समीप ही से आरम्भ होते हैं। इनका कारण

किसी चट्टानी दरार की दोनों ओर की चट्टानों का खिसकना बताया जाता है। भूगर्भ वैज्ञानिकों का अनुमान है कि संसार की नई-नई पर्वत श्रेणियां जिनमें से हिमालय भी एक है अभी भी ऊपर उठती जा रही हैं। हिमालय पर्वत की दक्षिणी श्रेणियों पर उत्तर की श्रेणियों का भार भी पड़ता है। इसके परिणामस्वरूप कहीं-कहीं पर पर्वत श्रेणियां तथा उनके नीचे की चट्टानों पर बहुत तनाव पड़ता है। यह तनाव धीरे-धीरे चट्टानों में एकत्रित होता रहता है और वह एक स्प्रिंग की भांति टेढ़ी हो जाती है। जब तनाव चट्टानों की सहन शक्ति के बाहर हो जाता है तब या तो चट्टानें किसी दरार के साथ-साथ खिसक जाती हैं या टूट कर एक नई दरार बना लेती हैं। चट्टानों के खिसकने ही से भूकम्प आ जाता है। इस प्रकार का भूकम्प दूर-दूर तक प्रभावित होता है। बड़े-बड़े टैक्टोनिक भूकम्पों में तो सैकड़ों मील दूर तक के घर इत्यादि पलभर में नष्ट-भ्रष्ट हो जाते हैं। भूकम्प के उपरान्त भी छोटे-छोटे भूकम्प के घक्के अधिक संख्या में कुछ दिनों तक आते रहते हैं। १५ अगस्त १९५० ई० में जो भूकम्प आसाम में आया था उसके बाद वाले भूकम्प के घक्के अभी तक कभी-कभी आसाम निवासियों को सताते रहते हैं।

वैज्ञानिकों ने अब ऐसे यन्त्रों का आविष्कार किया है जिनके द्वारा हजारों मील दूर के भूकम्प से निकली हुई लहरों का लेख-चित्र लिया जा सकता है। इन यन्त्रों को भूकम्प मापक यन्त्र (Seismograph) कहते हैं। भूकम्प मापक यन्त्र नाना प्रकार के होते हैं। चित्र नं. २ में एक प्रकार का भूकम्प मापक यन्त्र दिखलाया गया है जो कि मिलनेशा सिस्मोग्राफ़ के नाम से प्रसिद्ध है। इन यन्त्रों को पक्की नींव पर बने हुए सीमेंट के ठोस खम्भों पर रखा जाता है। भूकम्प से निकली हुई लहरें यन्त्र के दोलक (Pendulum) को प्रभावित करती हैं। अन्य साधनों द्वारा कम्प-विस्तार को २५० गुना अधिक करके कंपन का लेख-चित्र एक घूमते हुए ढोल पर लिया जाता है। लेख-चित्र लेने का ढोल इत्यादि चित्र नं. ३ में दिखाये गये हैं। लेख-चित्र के देखने से भूकम्प केन्द्र की दूरी अथवा उसकी शक्ति का अनुमान लगाया जा सकता है। भारत में पूना, बम्बई, दिल्ली, कलकत्ता, हैदराबाद तथा

कोडाईकनाल में भिन्न-भिन्न प्रकार के यन्त्र लगे हुए हैं जिनकी देखभाल *India Meteorological Department* करता है। आसाम के बड़े भूकम्प के पश्चात्, शिलांग, तेजपुर तथा टोकलाई में भी भूकम्प मापक वेधशालायें कुछ समय के लिए खोली गई हैं।

पृथ्वी के अन्दर के स्थान को, जहाँ से भूकम्प आरम्भ होता है, भूकम्प केन्द्र कहते हैं। ठीक इसी के उपर पृथ्वी पर जो स्थान होता है वह भूकम्प उपकेन्द्र (*Epicentre*) कहलाता है। भूकम्प के समय भूकम्प केन्द्र से तीन प्रकार की लहरों का विकास होता है जो भिन्न-भिन्न गति-वेग से चट्टानों के अन्दर होती हुई दूर-दूर तक पहुंचती हैं। पहली प्रकार की लहरें जिनके कारण चट्टानों के कण लहर-पथ की दिशा में कंपन करते हैं। (*Longitudinal*) लहरें कहलाती हैं। यह सबसे द्रुत चलती हैं और भूकम्प मापक यन्त्रों पर सबसे पहले पहुंचती हैं। इसीलिये इनको प्राथमिक लहरें कहते हैं। इनका गति-वेग ४.८५ मील प्रति सेकिण्ड होता है। दूसरी प्रकार की लहरों में चट्टानों के कण लहर-पथ से समकोण

वनाते हुए कंपन करते हैं। यह लहरें प्राथमिक लहरों से धीरे चलती हैं और भूकम्प मापक यन्त्रों पर उनके बाद पहुंचती हैं। इसलिये इन्हें अप्रधान (*Secondary*) लहरें कहते हैं। इनका गति-वेग २.७१ मील प्रति सेकिण्ड होता है। तीसरी प्रकार की लहरें चट्टानों के ऊपरी स्तर से होकर जाती हैं जो अप्रधान (*Secondary*) लहरों से भी धीरे चलती हैं। यह स्तर अथवा रैले (*Raleigh*) लहरें कहलाती हैं। भूकम्प मापक यन्त्र इन भिन्न-भिन्न प्रकार की लहरों को लेख-चित्र में अलग-अलग स्थानों पर लिखते हैं, जिनकी सहायता से भूकम्प केन्द्र की दूरी निकाली जा सकती है। तीन या तीन से अधिक वेध-शालाओं से यदि भूकम्प केन्द्र की दूरी मालूम हो तो उसका स्थान नियुक्त किया जा सकता है। चित्र नं० ४ मिलनेशा सिस्मोग्राफ द्वारा लिया हुआ एक लेख-चित्र है जिसमें प्राथमिक, अप्रधान अथवा स्तर लहरों का आगमन प, स, तथा ल से अंकित है। यह भूकम्प, यन्त्र से, कोई ३०५० मील दूरी पर हुआ था।