

3. がけ崩れ発生斜面における貫入試験

本章では調査結果を示す。

3.1 静岡市小坂赤坂地区

3.1.1 がけ崩れの概要

平成 15 年 7 月 4 日未明、静岡市小坂赤坂地区では、平均勾配 30°、高さ 70～80m の斜面において崩壊が発生した。斜面はみかん畑に利用されており、地質は砂岩である。同地区には、高さ 3m の重力式の待受け式擁壁が設置されていた(図 3.1)。静岡県調べによると、7 月 3 日 20 時から同 4 日 5 時までの間の連続降水量は 358 mm、その間の最大時間降水量は 103 mm(7 月 4 日 1 時から 2 時)、最大 10、60 分間降水量はそれぞれ 30 mm(4 日 1:00～1:10)、106 mm(4 日 1:30～2:30)であった。住民への聞き取り調査によると崩壊は 7 月 4 日の午前 1 時半ごろに発生したと考えられる。

斜面下端から崩壊地頭部までの比高は 21m、崩壊幅は最大 15.3 m、平均崩壊深は約 1m、最大崩壊深は約 2.5m であった。崩壊地は谷地形を呈しており、大部分の崩壊地の底部は風化した岩盤が露出していた。崩壊地の詳細な測量に基づくと、崩壊土量は約 270 m³ 程度であると考えられる。なお、現地調査時に湧水(23 日の雨天の後 24 日に確認)および過去の崩壊跡が確認されたため、それらの位置を図 3.1 に付記した。

3.1.2 貫入試験結果

貫入試験は、崩壊発生から 19 日後の平成 15 年 7 月 23～24 日に行った。縦断測線を崩壊地内部の 1 本(縦断測線 B)および崩壊地脇の 2 本(縦断測線 A、C)の計 3 本と、横断測線を 5 本(横断測線 D、E、F、G、H)設定し、貫入試験を実施した(図 3.1)。貫入試験の全ての結果は巻末のデータ集中の図 D1、D2 に示した。

(1) 崩壊地外

図 3.2 には、崩壊地外のうち 3 点(A2、B1、C4)および崩壊土砂が堆積していない崩壊地内の 2 点(B4、A²)の結果を示した。図 3.2 に示したように、崩壊地外の土層は、4 つの層に区分できた(表 3.1)。表層付近は Nc 値が概ね 5 以下で Nc 値の深さ方向の変動が小さい層が存在し、これを I 層とよぶ。また、I 層の下には、Nc 値が 5～20 で、10～20 cm おきに Nc 値が大きい層(Nc 値が 10 から 20)と小さい層(Nc 値が 5 程度)が交互に存在する層があり、これを II 層と呼ぶ。ただし、A2 では、深さ 130～135 cm の範囲に、厚さ 5 cm 程度の Nc 値が 20～50 の層が挟まっていた。同様な結果は、A1、C1 でも見られた(データ集の図 D1 参照)。II 層の下には Nc 値が 15～50 で深さ方向の Nc 値の変動が大きい III 層、Nc 値が 50 以上で本貫入試験機では測定不能な IV 層が存在した(図 3.2)。なお、既報告(内田ら、2004)と一部土層分類結果が異なるが、既報告後、全てのデータを再解析した上で、土層分類を実施したためであ

る。

崩壊地周囲で実施した全ての調査結果に基づくと、I、II、III 層の厚さは、それぞれ 40～80、15～135、5～15cm であった(表 3.1; データ集の図 D1 参照)。

(2) 崩壊地内

崩壊地中央付近に位置する B4 では、地表面から 10 cm の深さまでは Nc 値が 5 以下の層が見られ、その下には厚さ 15 cm 程度の Nc 値が 5～20 の範囲で変動する崩壊地外の土層で II 層に分類した部位に相当すると考えられる層があった。さらに、その下には厚さ 5 cm 程度の Nc 値が 15～50 で変動する III 層に相当すると考えられる層が存在した。さらに、それ以下では、Nc 値が 50 以上の IV 層相当の層となった(図 3.2)。また、A² では、ごく薄く Nc 値が 20 を越える部位があるものの、地表面から深さ 30cm までは Nc 値が 5～20 で変動し、それ以下では、Nc 値が 50 以上となった(図 3.2)。

3.2 神奈川県横須賀市鴨居地区

3.2.1 がけ崩れの概要

平成 16 年 3 月 31 日未明、神奈川県横須賀市鴨居地区では、平均勾配 50°、高さ 20m の斜面において崩壊が発生した(図 3.3)。斜面上は宅地として造成され、利用されている。斜面は広葉樹に覆われており、防空壕の跡が散見される。また、斜面下端は鴨居小学校と接している。同地域の基盤をなす地質は上総層群であり、対象箇所の基岩は新第三紀中新世の泥岩である。神奈川県の調べによると、3 月 30 日 17 時から同 31 日 3 時までの間の連続降水量は 106 mm、その間の最大時間降水量は 48 mm であった(3 月 30 日 23 時から 24 時)。

斜面下端から崩壊地頭部までの比高は 20 m、崩壊幅は最大 20 m、最大崩壊深は約 1.8 m であった。崩壊地はわずかながら谷地形を呈しており、崩壊地の上部半分は風化した岩盤が露出していた。

3.2.2 貫入試験結果

現地調査は、崩壊発生から約 2 ヶ月半経過した平成 16 年 6 月 16～17 日に行った。崩壊地内の崩壊土砂が堆積していない箇所 2 点(P2、P3)、崩壊土砂の堆積が見られる箇所 1 点(P17)、崩壊地周囲で 9 点実施した(図 3.3)。結果の詳細はデータ集の図 D3 および D4 に示した。

(1) 崩壊地外

鴨居地区では、Nc 値の測定結果から崩壊地外の土層は、静岡市小坂赤坂地区と同様 4 つの層に分類することができた(図 3.3; 表 3.2)。また、各層の特徴も概ね同じであった。

地表面以下の表層は小坂赤坂の I 層同様、Nc 値は概ね 5 以下であり、Nc 値の変動が小さく、これを I 層と呼ぶ(図 3.3)。I 層以下には、Nc 値が 5 から 20 で変動する II 層がある。II 層を詳しく見ると、厚さ 10～50 cm の Nc 値が概ね 5 程度のやわらかい層と Nc 値が 15～20 の比

較的硬い層に区分できる。II層の下には、Nc値が15から50の間で、深さ方向のNc値の変動が大きい層が存在し、III層に分類できる。III層の下には、Nc値が50以上のIV層が存在した。なお、既報告(内田ら、2004)と一部土層分類結果が異なるが、既報告後、全てのデータを再解析した上で、土層分類を実施したためである。

崩壊地周囲の9点の調査結果に基づくと、I、II、III層の厚さは、それぞれ40～170、10～60、10～75cmであった(データ集の図D3参照)。

(2) 崩壊地内

崩壊地内の崩壊土砂が堆積していない地点で測定した2点(P2、P3)の結果をしてみる。いずれの地点も地表面直下はNc値が概ね5～20の範囲で変動する崩壊地外のII層に相当すると見なせる層が見られ、厚さはそれぞれ30および10cmであった。その下には、それぞれ厚さ10cm、30cmのNc値が15～50で深さ方向のNc値の変動が極めて大きいIII層に相当する層が存在し、それ以下ではNc値が50に達し、測定不能となった。

3.3 新潟県三島町大字逆谷

3.3.1 かけ崩れの概要

平成16年7月12日夜から13日にかけて、新潟・福島の両県で発生した豪雨により、新潟県においては数多くの土砂災害が発生した(野呂智之ほか(2004):平成16年7,8月新潟,福井および徳島における土砂災害(速報)砂防学会誌57(3)、pp.47-52)。そのうち、三島町大字逆谷では、平均勾配34°、高さ30mの斜面において崩壊が発生した(図3.5)。同地域の基岩地質は泥質岩を主体とする新第三系からなる。斜面下端から崩壊地頭部までの比高は21m、崩壊幅は最大18mであった。崩壊地下部は崩壊土砂が堆積していたが、崩壊地上部の底部では風化した岩盤が露出しており、勾配は70°以上であった。なお、崩壊地は谷型の地形を呈していた。

同地区には、高さ3mの重力式の待受け式擁壁が設置されていた。さらに、待受け式擁壁の天端には高さ2mの落石防護柵が設置されていた。崩土は大部分が待受け式擁壁によって捕捉されていた。擁壁背面付近の縦断方向の堆積土砂表面の勾配は約20°、堆積深は最大で約3.5mであり、崩土は落石防護柵の上端にまで達していたが、落石防護柵に顕著な変状は見られなかった。

3.3.2 貫入試験結果

現地調査は、崩壊発生から約2ヶ月半後の平成16年10月7～8日に行った。崩壊地内の崩壊土砂が堆積していない箇所3点(P3、P4、P8)、崩壊土砂の堆積が見られる箇所2点(P5、P9)、崩壊地周囲で5点実施した(図3.5)。結果の詳細はデータ集の図D5およびD6に示した。

(1) 崩壊地外

逆谷地区においても、小坂赤坂、鴨居同様、土層は4層に分類できたが、I層は小坂赤坂、

鴨居の I 層とほぼ同様な特徴を有した。一方、II 層、III 層の特徴は異なった(図 3.6;表 3.3)。

P1、P2、P10 では、地表面からそれぞれ 130、100、70 cm 程度までは、Nc 値が概ね 5 以下で、Nc 値の変動幅が小さい層が続いていた(I 層)。I 層の下には Nc 値が 5~15 で、深さ方向に徐々に Nc 値が増加する II 層が存在した。II 層の深さ方向の Nc 値の変動の程度は、I 層よりは大きいものの、前述の 2 箇所比べて、小さかった。II 層の下には、Nc 値が 5~50 で、深さ方向の Nc 値の変動の大きい III 層が存在した。III 層を詳しく見ると、① 5 cm 程度の範囲内でも深さ方向の Nc 値の変動が大きい硬い層(Nc=15~50)と ② 比較的深さ方向の Nc 値の変動が小さい軟弱な層(Nc=5~15)の 2 つの部位に分類することができた(図 3.6)。さらにその下には、Nc 値が 50 以上の IV 層が存在すると考えられるが、本試験地で貫入試験を実施した 500 cm までで、IV 層が現れない地点があった(図 3.6)。

崩壊地周囲で 5 点の調査結果に基づくと、I、II、III 層の厚さは、それぞれ 70~170 cm、30~130 cm、80cm 以上であった(データ集の図 D5 参照)。

(2) 崩壊地内

崩壊地内の崩壊土砂が堆積していない地点では、表層付近には Nc 値が 5 以下の軟弱な崩壊地外の I 層とほぼ同じ特徴を有する層が存在した。その下には Nc 値が 5~15 程度で、II 層とほぼ同じ特徴を有する層が P3 では 20 cm、P8 では 120 cm の厚さで存在した。さらにその下には、崩壊地外の III 層とほぼ同じ特徴を有する層が P3 では 370 cm、P8 では 105 cm の厚さで存在した。それ以下では Nc 値が 50 に達し、測定不能となった(図 3.6)。

3.4 神奈川県鎌倉市台地区

3.4.1 がけ崩れの概要

平成 16 年 10 月 9~10 日にかけて、台風 22 号により神奈川県内では数多く斜面崩壊が発生した。台風 22 号による雨量は、連続雨量が 266mm(10 月 9 日 13 時~10 月 10 日 18 時)、最大 24 時間雨量が 251mm(10 月 9 日 18 時~10 月 10 日 18 時)、最大時間雨量が 96mm(10 月 10 日 17 時~10 月 10 日 18 時)であった(神奈川県藤沢土木事務所調べ)。

神奈川県鎌倉市台地区では、台風 22 号により、斜面下端から崩壊地頭部までの比高 10 m、崩壊幅最大 8 m の崩壊が発生した(図 3.7)。同地区は、上総層群の野島層と浦郷層の境界付近に位置し、基盤地質は第四紀更新世の凝灰質砂岩である。斜面上部の緩傾斜面や斜面表層部は腐植を含む黒色のロームに覆われていた。

3.4.2 貫入試験結果

現地調査は、崩壊発生から約 4 ヶ月半後の平成 17 年 2 月 24 日に行った。崩壊地内の崩壊土砂が堆積していない箇所 5 点、崩壊地周囲で 3 点実施した(図 3.7)。結果の詳細はデータ集の図 D7 および D8 に示した。

(1) 崩壊地外

台地区では、小坂赤坂、鴨居、逆谷同様、土層は 4 層に分類できた。また、各層の特徴は、

小坂赤坂、鴨居の両地区と概ね一致した(図 3.8;表 3.4)。

地表面以下の I 層はこれまでの 3 地区の I 層同様、Nc 値は 5 以下で、深さ方向の Nc 値の変動は極めて小さかった。I 層以下には、Nc 値が 5 から 20 で変動する II 層が存在した。II 層を詳しく見ると、鴨居同様、厚さ 10~50 cm の Nc 値が概ね 5 程度のやわらかい層と Nc 値が 15~20 の比較的硬い層に区分できた(図 3.8)。II 層の下には、Nc 値が 15 から 50 の間で、深さ方向の Nc 値の変動が大きい III 層が存在した。ただし、P1 のように、III 層の中に、厚さ 20 cm 程度の Nc 値が 10~20 で、深さ方向の Nc 値の変動が小さい層が存在することがある。また、III 層の下には、Nc 値が 50 以上の IV 層が存在した。

崩壊地周囲で 3 点の調査結果に基づくと、I、II、III 層の厚さは、それぞれ 100~200、25~275、80~100cm であった。

(2) 崩壊地内

崩壊地内の崩壊土砂が堆積していない地点のうち P4 では、地表面から深さ 25 cm までは、Nc 値が 5 以下の軟弱な崩壊地外の I 層とほぼ似た特徴を持つ層が存在した(図 3.8)。その下には Nc 値が概ね 5~20 程度で II 層とほぼ似た特徴を持つ層が 80 cm の厚さで存在し、その下には厚さ 20 cm の III 層とほぼ同じ特徴を有する層が存在した。一方、P7 では、P4 とは異なり、表層付近に Nc 値が 5 以下の部位はなく、地表面直下から II 層に類似した Nc 値が概ね 5~20 程度の層が深さ 50 cm まで続いた。その下に、厚さ 40 cm の崩壊地外の III 層とほぼ同じ特徴を有する層が存在した。

3.5 神奈川県鎌倉市極楽寺地区

3.5.1 がけ崩れの概要

神奈川県鎌倉市極楽寺地区では、台地区同様、台風 22 号により、がけ崩れが発生した。同地区の斜面下部はコンクリート張工が施行されており、がけ崩れは、残斜面で発生した。斜面下端(コンクリート張工施行部分は除く)から崩壊地頭部までの比高は 10m、最大崩壊幅は 8.5m であった(図 3.9)。同地区は、基盤地質は三浦層群の逗子層で、新第三紀中新世の泥岩である。崩壊地内には樹木根系が切断されないまま、ネット状に多数残存していた。

3.5.2 貫入試験結果

現地調査は、崩壊発生から約 5 ヶ月後の平成 17 年 3 月 3 日に行った。崩壊地内の崩壊土砂が堆積していない箇所を 5 点、崩壊地周囲で 3 点実施した(図 3.10)。結果の詳細はデータ集の図 D9 および D10 に示した。

(1) 崩壊地外

極楽寺地区では、これまでの 4 箇所同様、土層は 4 層に分類できた。また、各層の特徴は、小坂赤坂、鴨居、台の各地区と概ね一致し、特に、地質が同じである、鴨居地区とは、極めてよく似ていた(図 3.10;表 3.5)。

地表面以下の I 層は、これまでの 4 地区の I 層と同様に、Nc 値は 5 以下で、深さ方向の Nc

地の変動は極めて小さかった。I層以下には、Nc値が5から20で変動するII層が存在した。ただし、P1、P6では厚さ5cm程度のNc値が20を超える部位が挟まっていた。また、II層の下には、Nc値が15から50の間で、深さ方向のNc値の変動が大きいIII層が存在し、III層の下には、Nc値が50以上のIV層が存在した(図3.10)。

崩壊地周囲3点の調査結果に基づくと、I、II、III層の厚さは、それぞれ60～80、10～65、10～30cmであった。

(2) 崩壊地内

崩壊地内の崩壊土砂が堆積していない地点のうちP4では、地表面から深さ10cmまでは、Nc値が5以下の軟弱な崩壊地外のI層とほぼ同じ特徴を有する層が存在した。その下にはNc値が概ね5～20の間で変動するII層とほぼ似た特徴を持つ層が10cmの厚さで存在し、その下には厚さ10cmの崩壊地外のIII層とほぼ同じ特徴を有する層が存在した。一方、P8では、P4とは異なり、表層付近にNc値が5以下の部位はなく、地表面直下からII層に類似したNc値が概ね5～20の間で変動する層が深さ5cmまで続いた。その下に、厚さ10cmの崩壊地外のIII層とほぼ同じ特徴を有する層が存在した。

3.6 神奈川県鎌倉市手広地区

3.6.1 がけ崩れの概要

神奈川県鎌倉市手広地区では、台地区、極楽寺地区同様、台風22号により、がけ崩れが発生した。斜面下端から崩壊地頭部までの比高30m、最大崩壊幅10mの崩壊が発生した(図3.11)。同地区は、基盤地質は第四紀更新世の浦郷層である。浦郷層は、灰色の砂岩で軽石が混じる。地域によっては風化によりあまり硬くない砂層の場合もあり、また礫岩を含むこともある。調査斜面の上部の基盤は凝灰質砂岩であり、また表層にはロームが堆積している。斜面下部の基盤は凝灰分の若干混じる砂岩であり、上部より急傾斜である。

3.5.2 貫入試験結果

現地調査は、崩壊発生から約5ヶ月後の平成17年3月7日に行った。崩壊地内の崩壊土砂が堆積していない箇所9点、崩壊地周囲で5点実施した(図3.11)。結果の詳細はデータ集の図D11およびD12に示した。

(1) 崩壊地外

崩壊地外の測定結果から土層は4層に区分できた(図3.12;表3.6)。II層の特徴は、小坂赤坂、鴨居、台、極楽寺の4地区と異なるものの、I、III、IV層の特徴は類似していた。

斜面の上下とも、地表面以下はNc値が5以下で、深さ方向のNc値の変動が小さい層が見られた(I層)。I層以下では、斜面の上下とも、Nc値が5～30の層が存在するが、斜面上部では、この部位は厚く(200cm以上)、詳しく見ると、厚さ10～50cmのNc値が大きく、深さ方向の変動が大きい層(15～30)とNc値が小さく、深さ方向の変動が小さい層(5～10)に分類できた(図3.12a)。また、この2つの部位が交互に現れた。一方、斜面下部では、II層は極めて薄く、

P10 ではその存在は明らかではない(図 3.12 b)。さらに、斜面上部のように 2 つの部位に分類することはできなかった。II 層の下には、Nc 値が 20~50 で変動幅が大きい層が存在した。また、P1、P2 は 400 cm までの測定範囲ではこの III 層に到達しなかった。

崩壊地周囲で 5 点の調査結果に基づくと、I、III 層の厚さは、それぞれ 20~120、20~60 であった。II 層については 2 点でしか結果が得られていないが、斜面上部の P6 では 260 cm、斜面下部の P13 では 10 cm 程度であった。

(2) 崩壊地内

斜面上部の崩壊地内の崩壊土砂が堆積していない地点は、厚さ 160cm 以内の Nc 値が 5 以下の崩壊地外の I 層に相当すると考えられる層が存在することがあるが、P7 のように明らかではない地点もあった。この層の下には、詳しく見ると、厚さ 10~50 cm の Nc 値が大きく(Nc=15~30)、深さ方向の Nc 値の変動が大きい層と Nc 値が小さく(Nc=5~10)、深さ方向の Nc 値の変動が小さい層)に分類できる崩壊地外の II 層に相当する部位が存在した。さらに、その下には、崩壊地外同様、厚さ 10~30 cm で Nc 値が 20~50 まで大きく変動する崩壊地外の III 層に相当する層が存在し、III 層の下には Nc 値が 50 以上の IV 層に相当する層が存在した。

一方、斜面下部の崩壊地内の崩壊土砂が堆積していない地点は、地表面から深さ 5~10 cm までは Nc 値は 10 以下と小さく、その下には厚さ 10~30 cm の Nc 値が 20~50 まで大きく変動する崩壊地外の III 層に相当する層が存在し、III 層の下には Nc 値が 50 以上の IV 層に相当する層が存在した。

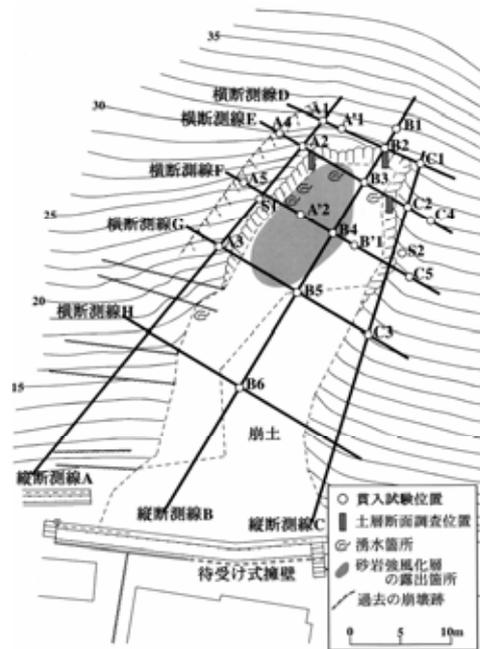


図 3.1 小坂赤坂地区の平面図

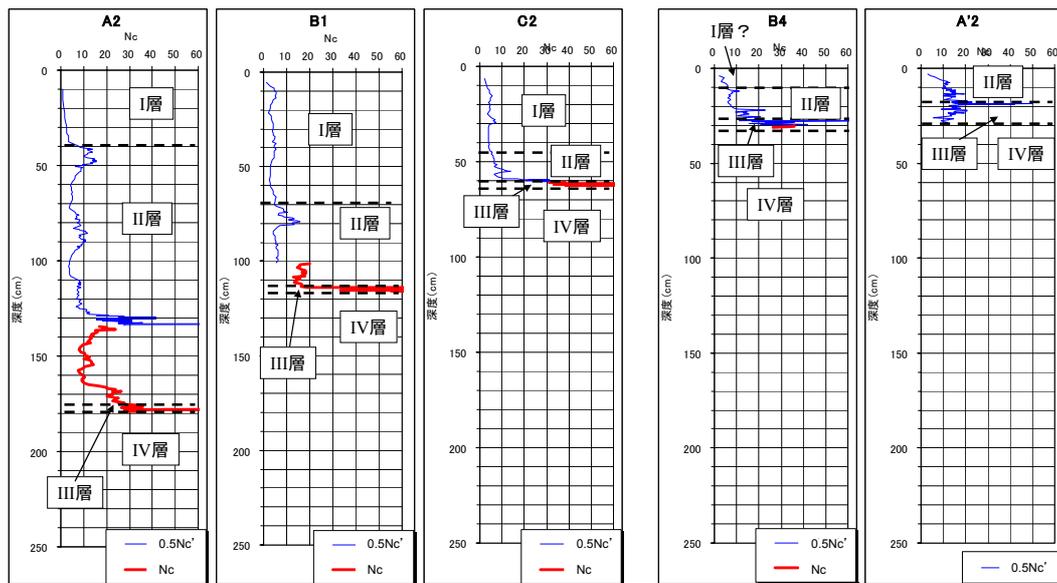


図 3.2 小坂赤坂地区の貫入試験結果度土層分類

表3.1 小坂赤坂地区における土層分割

名称	Nc値	Nc値の分布	厚さ	備考
I層	5以下	深さ方向の変動は極めて小さい	30~80cm	
II層	5~20	10~20cmおきにNc値が大きい層(10~20)と小さい層(5程度)が現れる	15~135cm	A1、A2、C1など5cm以下の薄いNc値が20を越す層が挟まっていることがある。
III層	15~50		5~15cm	
IV層	50以上			