

福井県におけるモルタル吹付法面の実態調査

Summary of mortar spraying in Fukui prefecture.

久保 光・荒井 克彦^{*1}・高市 恭規^{*2}・岡島 尚司^{*3}

要 旨

管内全体のモルタル吹付法面箇所の内、奥越土木管内（大野・勝山）で約4割を占めている。モルタル吹付法面面積の内、6割が奥越土木管内（大野・勝山）で占めている。管内全体のモルタル吹付法面の状態は、開口幅1cm以上の亀裂有りと開口幅1cm未満の亀裂有り、ヘーアクラックや閉じた亀裂有りで40%を占めており、背面が健全であれば、亀裂を補修することでモルタル吹付法面の延命化を図れる可能性があること、1990以降はモルタル吹付法面工があまり利用されていないことなどがわかった。

キーワード：モルタル吹付工

1. 緒言

モルタル吹付工は、斜面の表層風化・表面の小崩壊防止を目的に法面保護工として用いられている¹⁾。

安価で軽微な設備で施工できるため、高度経済成長期に多用されてきた。県内においても例外ではなく、施工後数十年経過して老朽化しているところも見受けられるようになってきた。

そこで、県道路保全課および県内土木事務所の協力を得て、県土木事務所で管理するモルタル吹付法面の状況を把握するため平成21年度にアンケート調査を行ったのでその調査結果を報告する。

2. 調査方法

県土木事務所の土木技術職員を対象としてアンケート調査を行った。具体的には、各土木管内のモルタル吹付法面箇所数、モルタル吹付法面の状態、モルタル吹付法面箇所の施工年度、損傷形態、損傷の素因（基本的原因）、損傷の誘因（直接的な原因）、老朽化モルタル吹付法面の調査を行った場合、どのような調査を行ったのか、また補修対策工法を実施している場合、どのような対策工法を選定しているのか等を調査した。

3. 調査結果および考察

3.1 モルタル吹付法面箇所数および面積

図-1は、各土木管内のモルタル吹付法面箇所数を示す。県全体で574箇所あることがわかった。また、奥越土木管内（大野・勝山）で約4割を占めていることがわかる。図-2は、各土木管内のモルタル吹付法面面

積を示す。全体で、約726,000m²あることがわかった。その内の6割が奥越土木管内（大野・勝山）で占めていることがわかった。

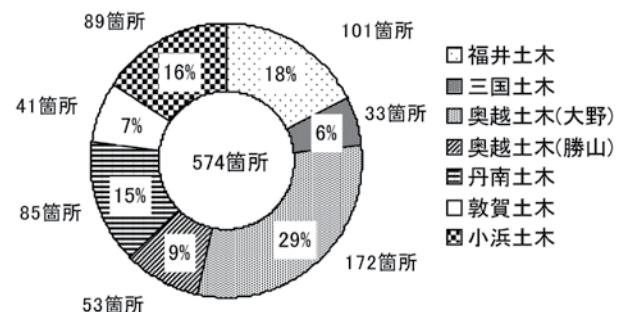


図-1 各土木管内のモルタル吹付法面箇所数

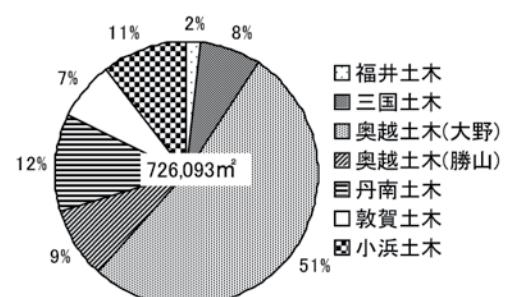


図-2 各土木管内のモルタル吹付法面面積

3.2 モルタル吹付法面の状態

図-3は、管内全体（574箇所）のモルタル吹付法面の状態を示す。地山に達する開口亀裂や1cm以上の段差有りは9%であった。開口幅1cm以上の亀裂有りは8%であった。開口幅1cm以下の亀裂有りは22%，ヘーアクラックや閉じた亀裂有りは18%，モルタル剥離は11%であった。モルタルがブロック状に落ちるは3%，現状不明は29%であった。開口幅1cm以上の亀

* 1 福井大学

* 2 株式会社グローケミカル

* 3 株式会社サンワコン

裂有りと開口幅1cm以下の亀裂有り、ヘーアクラックや閉じた亀裂有りで40%を占めており、背面が健全であれば、亀裂を補修することでモルタル吹付法面の延命化を図れる可能性があることがわかった。

図-4は、福井管内(101箇所)のモルタル吹付法面の状態を示す。地山に達する開口亀裂や1cm以上の段差有りはなかった。開口幅1cm以上の亀裂有り、開口幅1cm以下の亀裂有りは共に2%であった。ヘーアクラックや閉じた亀裂有りは9%，モルタル剥離は3%であった。モルタルがブロック状に落ちるはなかった。現状不明は84%であった。現状不明の割合が多いため、現状を把握する必要がある。

図-5は、三国管内(33箇所)のモルタル吹付法面状態を示す。地山に達する開口亀裂や1cm以上の段差有りは18%であった。開口幅1cm以上の亀裂有りは10%であった。開口幅1cm以下の亀裂有りはなかった。ヘーアクラックや閉じた亀裂有りは21%，モルタル剥離は15%であった。モルタルがブロック状に落ちるはなかった。現状不明は36%であった。地山に達する開口亀裂や1cm以上の段差有りの割合が18%であったこと、モルタル剥離の割合が15%であったこと、現状不明の割合36%であったこと等からモルタル吹付法面のモニタリング調査および詳細な調査が必要である。

図-6は、大野管内(172箇所)のモルタル吹付法面状態を示す。地山に達する開口亀裂や1cm以上の段差有りは13%であった。開口幅1cm以上の亀裂有りは5%であった。開口幅1cm以下の亀裂有りは39%であった。ヘーアクラックや閉じた亀裂有りは14%，モルタル剥離は21%であった。モルタルがブロック状に落ちるは7%であった。現状不明は1%であった。開口幅1cm以下の亀裂有りとヘーアクラックや閉じた亀裂有りで53%を占めているのが特徴である。地山に達する開口亀裂や1cm以上の段差有りの割合が13%であったこと、モルタル剥離の割合が21%であったこと、ブロック状に落ちるが7%であったこと等からモルタル吹付斜面の老朽化が進んでいることがわかる。現状不明の割合1%と少ないので、専門業者に委託してモルタル吹付斜面の調査を行っているからである。以上のことから、開口幅1cm以下の亀裂有りとヘーアクラックや閉じた亀裂有りの箇所については補修やモニタリングが必要である。また、モルタル剥離やモルタルがブロック状に落ちる箇所については適切な補修対策が必要である。

図-7は、勝山管内(33箇所)のモルタル吹付法面

状態を示す。地山に達する開口亀裂や1cm以上の段差有りは8%であった。開口幅1cm以上の亀裂有りは6%であった。開口幅1cm以下の亀裂有りは41%であった。ヘーアクラックや閉じた亀裂有りは28%，モルタル剥離は13%であった。モルタルがブロック状に落ちるは2%であった。現状不明は2%であった。開口幅1cm以下の亀裂有りとヘーアクラックや閉じた亀裂有りで69%を占めているのが特徴である。地山に達する開口亀裂や1cm以上の段差有りの割合が6%であったこと、モルタル剥離の割合が13%であったこと、ブロック状に落ちるが2%であったこと等から大野管内ほどではないがモルタル吹付斜面の老朽化が進んでいることがわかる。現状不明の割合2%と少ないので、大野管内と同様に専門業者に委託してモルタル吹付斜面の調査を行っているからである。以上のことから、大野管内と同様に開口幅1cm以下の亀裂有りとヘーアクラックや閉じた亀裂有りの箇所については補修やモニタリング調査が必要である。また、モルタル剥離やモルタルがブロック状に落ちる箇所については適切な補修対策が必要である。

図-8は、丹南管内(85箇所)のモルタル吹付法面状態を示す。地山に達する開口亀裂や1cm以上の段差有りは2%であった。開口幅1cm以上の亀裂有りは11%，開口幅1cm以下の亀裂有りは8%であった。ヘーアクラックや閉じた亀裂有りは18%，モルタル剥離は3%であった。モルタルがブロック状に落ちるはなかった。現状不明は58%であった。現状不明の割合が多いため、現状を把握する必要がある。

図-9は、敦賀管内(41箇所)のモルタル吹付法面状態を示す。地山に達する開口亀裂や1cm以上の段差有りは14%であった。開口幅1cm以上の亀裂有りは27%，開口幅1cm以下の亀裂有り、ヘーアクラックや閉じた亀裂有り共に10%，モルタル剥離は22%であった。モルタルがブロック状に落ちるはなかった。現状不明は17%であった。モルタル剥離も22%と看過できない状況であり、モルタル吹付法面のモニタリング調査および詳細な調査が必要である。

図-10は、小浜管内(89箇所)のモルタル吹付法面状態を示す。地山に達する開口亀裂や1cm以上の段差有り、開口幅1cm以上の亀裂有り共に14%であった。開口幅1cm以下の亀裂有りは29%，ヘーアクラックや閉じた亀裂有りは30%，モルタル剥離、モルタルがブロック状に落ちるは共に1%であった。現状不明は11%であった。地山に達する開口亀裂や1cm以上の

段差有りと開口幅 1cm 以上の亀裂有りを足すと全体の 28% を占めており、看過できない状況である。よって、モルタル吹付法面のモニタリング調査および詳細な調査が必要である。

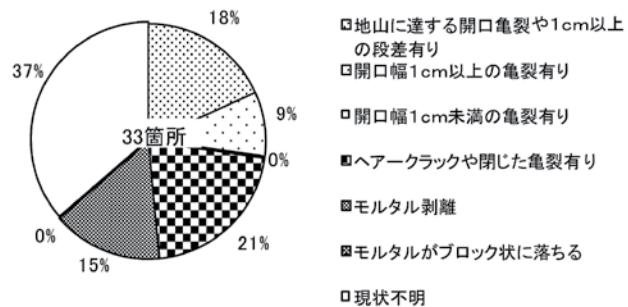


図 -5 三国管内のモルタル吹付法面状態

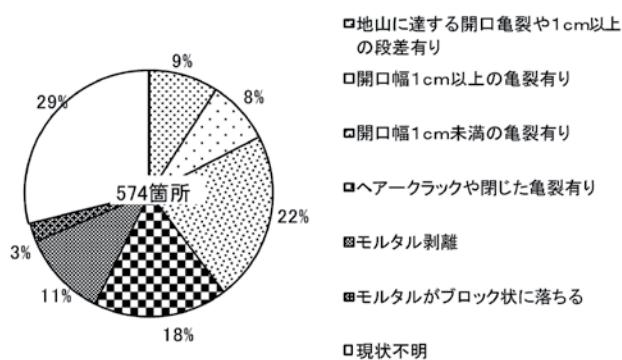


図 -3 全体のモルタル吹付法面状態

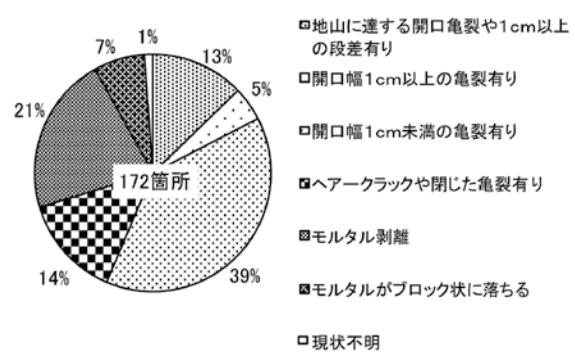


図 -6 大野管内のモルタル吹付法面状態

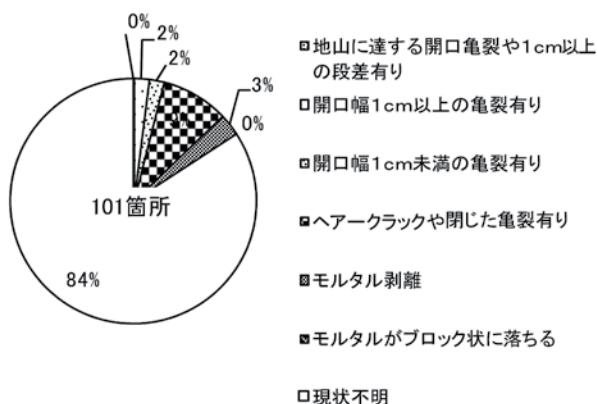


図 -4 福井管内のモルタル吹付法面状態

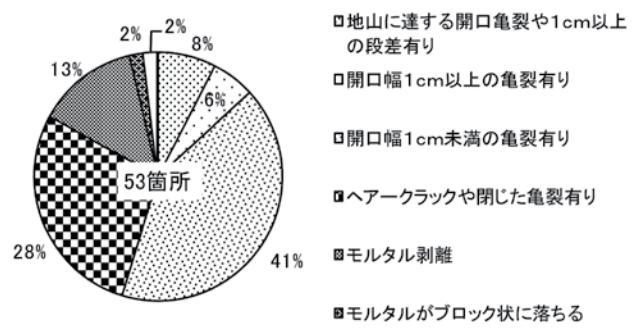


図 -7 勝山管内のモルタル吹付法面状態

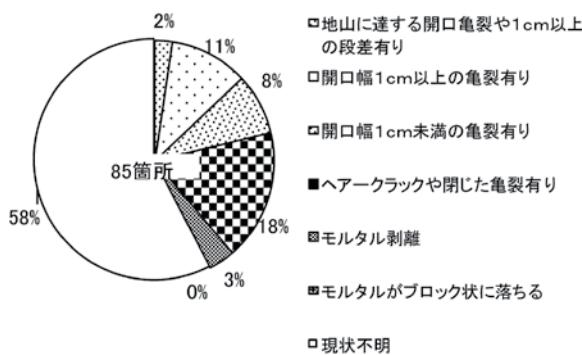


図-8 丹南管内のモルタル吹付法面状態

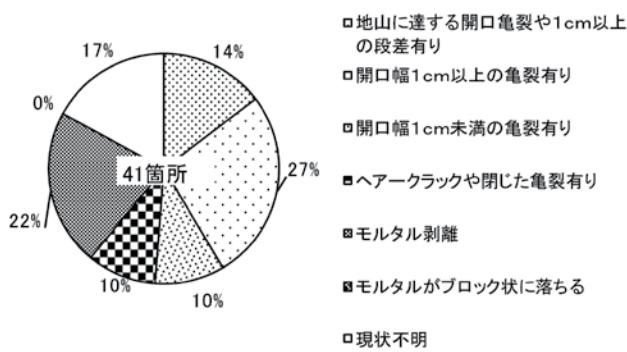


図-9 敦賀管内のモルタル吹付法面状態

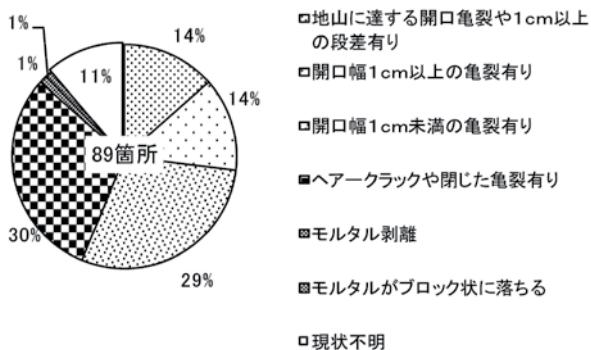


図-10 小浜管内のモルタル吹付法面状態

3.3 施工年度

図-11は、県土木管内全体のモルタル吹付法面施工年度の内訳を示す。1979年以前は、45%を占めた。また、不明は43%であった。1980～1989年は10%で、1990～1999年は2%，2000年以降は2%であり、最近はモルタル吹付法面工があまり利用されていないことがわかる。この原因は、景観や生態系への配慮が高まったためと考えられる。

図-12は、福井管内のモルタル吹付法面施工年度の内訳を示す。モルタル吹付法面箇所は、101箇所であった。1979年以前は、23%であった。不明は、77%を占めた。1980年以降は、利用されていないことがわかった。

図-13は、三国管内のモルタル吹付法面施工年度の内訳を示す。モルタル吹付法面箇所は、33箇所であった。1980～1989年と1979年以前を含めると全体の約90%を占めることがわかった。

図-14は、大野管内のモルタル吹付法面施工年度の内訳を示す。モルタル吹付法面箇所は、172箇所であった。全体の95%が1979年以前に施工されていることがわかった。これは、九頭竜ダムや真名川ダム等のダム開発に伴う付替道路等の工事でモルタル吹付工が多く用いられたためと考えられる。

図-15は、勝山管内のモルタル吹付法面施工年度の内訳を示す。モルタル吹付法面箇所は、53箇所であった。全体の83%が1979年以前に施工されていることがわかった。2000年以降は、モルタル吹付工がほとんど利用されていないことがわかった。

図-16は丹南管内のモルタル吹付法面施工年度の内訳を示す。モルタル吹付法面箇所は、85箇所であった。1980～1989年に32%利用されていることがわかった。この年代にモルタル吹付工を約3割利用しているのは三国管内と同様で特徴的である。敦賀管内のモルタル吹付法面箇所は、41箇所あり、施工年代はすべて不明であった。小浜管内の敦賀管内のモルタル吹付法面箇所は、89箇所あり、施工年代はすべて不明であった。

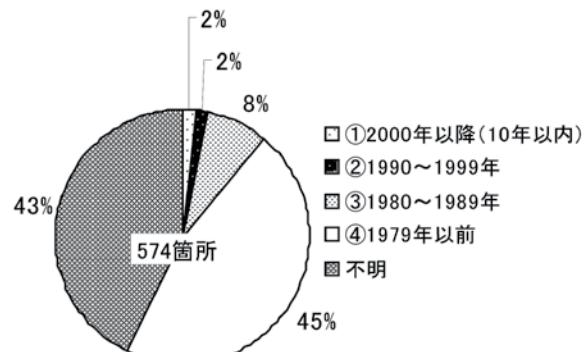


図-11 管内全体の施工年度内訳

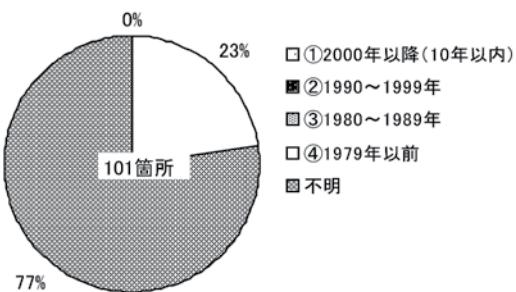


図-12 福井管内の施工年度内訳

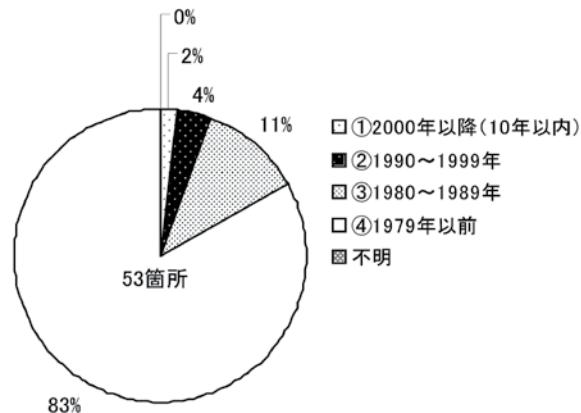


図-15 勝山管内の施工年度内訳

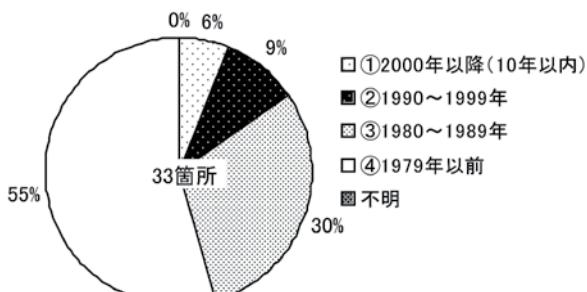


図-13 三国管内の施工年度内訳

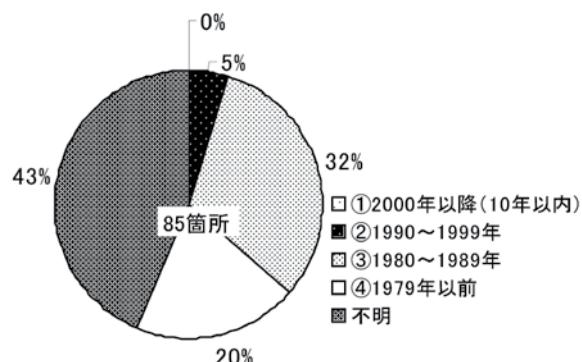


図-16 丹南管内の施工年度内訳

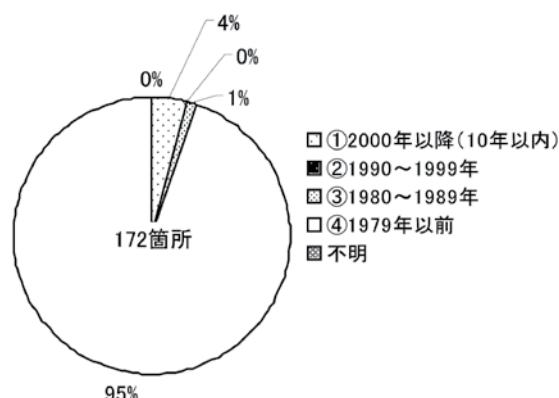


図-14 大野管内の施工年度内訳

3.4 損傷形態

図-17は、管内全体(490箇所)の損傷形態内訳を示す。モルタル自体の劣化は28%を占めていた。地山とモルタルの密着不良は5%, 地山表層の土砂化は10%であった。深い崩壊, 落石による損傷はほとんどなかつた。湧水は6%, 樹木によるモルタルの破壊は8%, モルタルの剥離は10%であった。損傷なしが全体の33%を占めていた。

図-18は、福井管内(17箇所)の損傷形態内訳を示す。モルタル自体の劣化, 地山とモルタルの密着不良, 地山表層の土砂化, 深い崩壊, 落石による損傷, 湧水はなかつた。樹木によるモルタルの破壊は6%, モルタルの剥離は47%, 損傷なしは47%であった。

図-19は、三国管内(33箇所)の損傷形態内訳を示す。モルタル自体の劣化は21%であった。地山とモルタルの密着不良, 地山表層の土砂化共に6%であった。湧水は3%, 樹木によるモルタルの破壊は9%, モルタ

ルの剥離は12%，損傷なしは43%であった。

図-20は、大野管内(171箇所)の損傷形態内訳を示す。モルタル自体の劣化は34%，地山とモルタルの密着不良は2%，地山表層の土砂化は4%であった。深い崩壊、落石による損傷、湧水、樹木によるモルタルの破壊はほとんどなかった。モルタルの剥離は18%であった。損傷なしは41%であった。

図-21は、勝山管内(53箇所)の損傷形態内訳を示す。モルタル自体の劣化は6%，地山とモルタルの密着不良、地山表層の土砂化は共に2%であった。深い崩壊、落石による損傷、湧水はなかった。樹木によるモルタルの破壊は7%。モルタルの剥離は8%であった。損傷なしは75%であった。

図-22は、丹南管内(40箇所)の損傷形態内訳を示す。モルタル自体の劣化は25%，地山とモルタルの密着不良は7%，地山表層の土砂化、深い崩壊、落石による損傷はなかった。湧水は12%，樹木によるモルタルの破壊は15%。モルタルの剥離は3%であった。損傷なしは38%であった。

図-23は、小浜管内(176箇所)の損傷形態内訳を示す。モルタル自体の劣化は33%，地山とモルタルの密着不良は7%，地山表層の土砂化は23%，深い崩壊、落石による損傷はなかった。湧水、樹木によるモルタルの破壊は共に13%であった。モルタルの剥離は2%であった。損傷なしは9%であった。

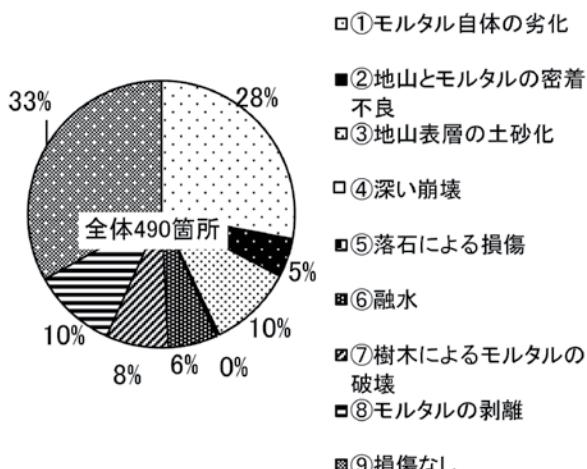


図-17 管内全体の損傷形態内訳

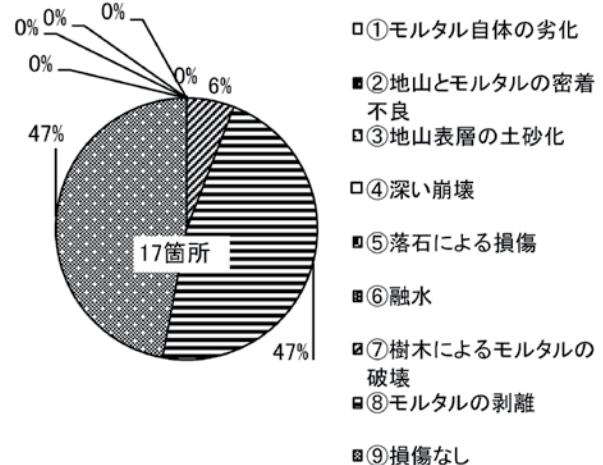


図-18 福井管内の損傷形態内訳

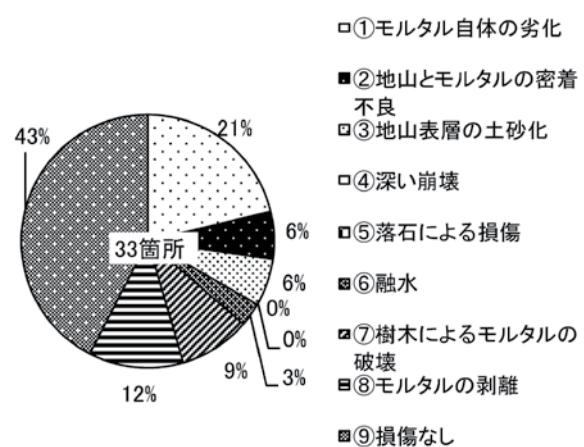


図-19 三国管内の損傷形態内訳

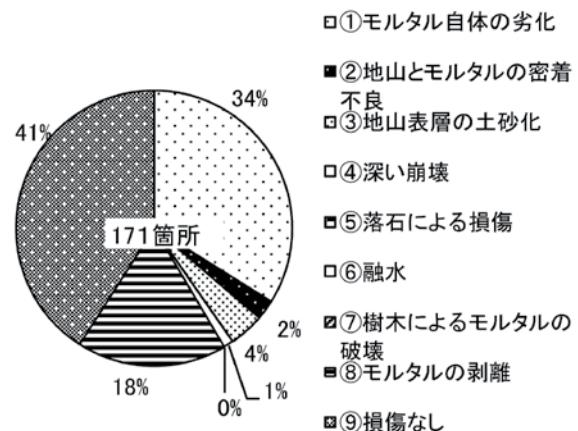


図-20 大野管内の損傷形態内訳

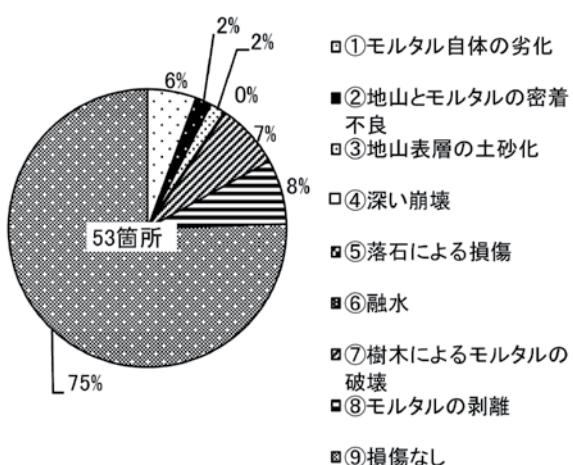


図-21 勝山管内の損傷形態内訳

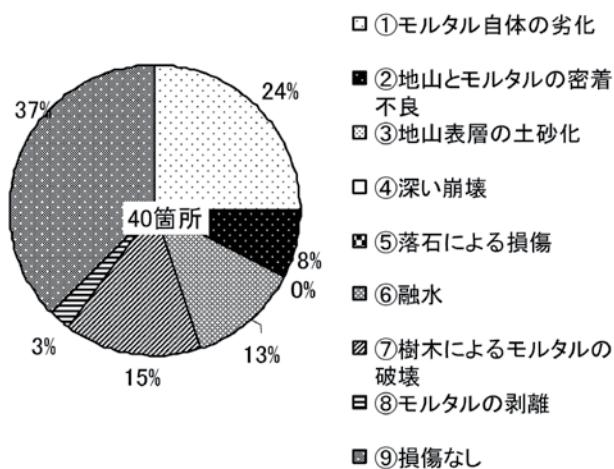


図-22 丹南管内の損傷形態内訳

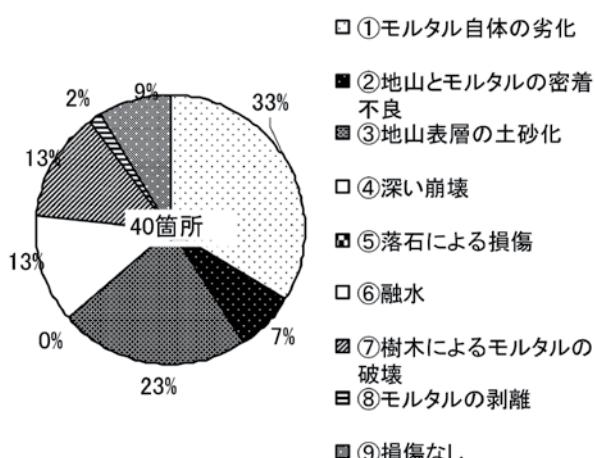


図-23 小浜管内の損傷形態内訳

3.5 損傷の素因

図-24は、管内全体(236箇所)のモルタル吹付法面の損傷した素因内訳を示す。強風化帯は32%, 節理(割れ目)の発達は44%, 層理(層状堆積物)の発達は6%であった。断層はなかった。被圧地下水、崩壊履歴有り共に2%であった。その他は14%であった。強風化帯と節理(割れ目)の発達で56%を占めており、元々あまり良くない斜面にモルタル吹付を行っていたことが明らかとなった。

図-25は、福井管内(9箇所)のモルタル吹付法面の損傷の素因内訳を示す。強風化帯はなかった。節理(割れ目)の発達は67%, 層理(層状堆積物)の発達は11%であった。断層はなかった。被圧地下水、崩壊履歴有り共に11%であった。その他はなかった。節理(割れ目)の発達、層理(層状堆積物)の発達で78%を占めており、元々あまり良くない斜面にモルタル吹付を行っていたことが明らかとなった。

図-26は、三国管内(19箇所)のモルタル吹付法面の損傷の素因内訳を示す。強風化帯は5%であった。節理(割れ目)の発達は21%, 層理(層状堆積物)の発達は74%であった。断層、被圧地下水、崩壊履歴有り、その他はそれぞれ2%であった。節理(割れ目)の発達、層理(層状堆積物)の発達で95%を占めており、元々あまり良くない斜面にモルタル吹付を行っていたことが明らかとなった。

図-27は、大野管内(101箇所)の損傷の素因内訳を示す。強風化帯は6%であった。節理(割れ目)の発達は88%, 層理(層状堆積物)の発達はなかった。断層、被圧地下水、崩壊履歴有り、その他はそれぞれ2%であった。節理(割れ目)の発達で88%を占めており、元々あまり良くない斜面にモルタル吹付を行っていたことが明らかとなった。

図-28は、勝山管内(13箇所)の損傷の素因内訳を示す。強風化帯は31%であった。節理(割れ目)の発達は38%, 層理(層状堆積物)の発達、断層、被圧地下水、崩壊履歴有りはなかった。その他は31%であった。強風化帯、節理(割れ目)の発達で69%を占めており、元々あまり良くない斜面にモルタル吹付を行っていたことが明らかとなった。

図-29は、丹南管内(28箇所)の損傷の素因内訳を示す。強風化帯、節理(割れ目)の発達、層理(層状堆積物)の発達、断層はなかった。被圧地下水は7%, 崩壊履歴有りは4%, その他は89%であった。その他の原因は明らかではない。

図-30は、小浜管内(66箇所)の損傷の素因内訳を示す。強風化帯が全体の98%を占めている。節理(割れ目)の発達は2%であった。層理(層状堆積物)の発達、断層、被圧地下水、崩壊履歴有り、その他はなかった。強風化帯、節理(割れ目)の発達で98%を占めており、元々あまり良くない斜面にモルタル吹付を行っていたことが明らかとなった。

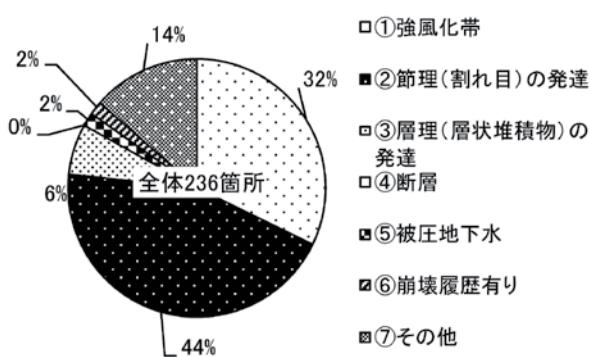


図-24 管内全体の素因内訳

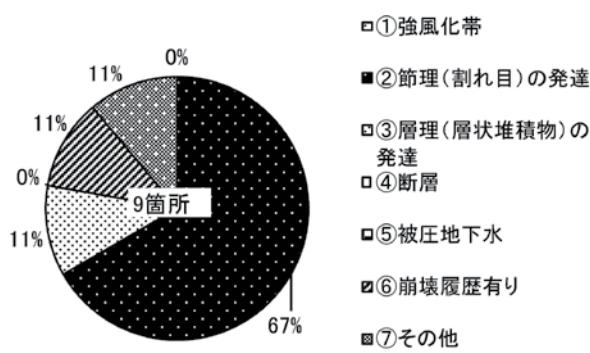


図-25 福井管内の損傷の素因内訳

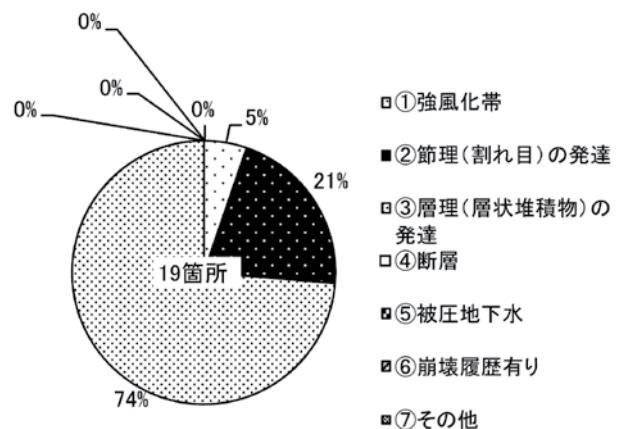


図-26 三国管内の損傷の素因内訳

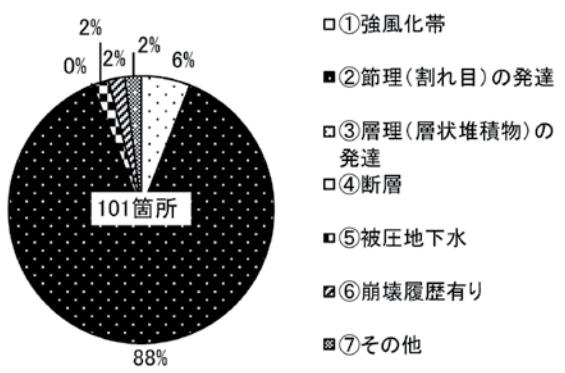


図-27 大野管内の損傷の素因内訳

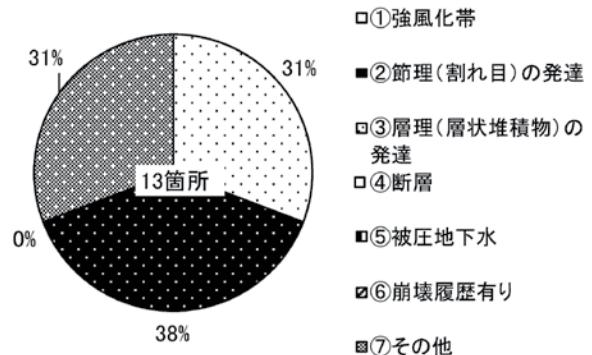


図-28 勝山管内の損傷の素因内訳

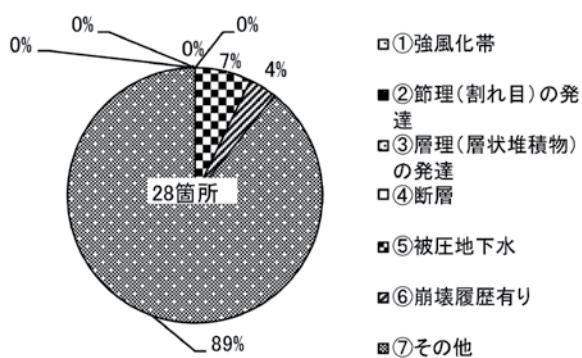


図-29 丹南管内の損傷の素因内訳

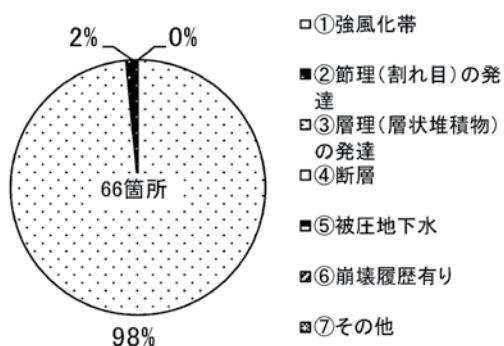


図-30 小浜管内の損傷の素因内訳

図-34は、大野管内(101箇所)の誘因内訳を示す。豪雨、地震はなかった。凍結・融解は1%，地山の風化が92%，塩害、ラスがないはなかった。吹付厚の不足が1%，その他が6%であった。大野管内のモルタル吹付法面の損傷した誘因は、地山の風化が約90%を占めていることがわかった。

図-35は、勝山管内(13箇所)の誘因内訳を示す。豪雨、地震、凍結・融解はなかった。地山の風化が46%，塩害、ラスがないはなかった。吹付厚の不足が15%，その他が39%であった。勝山管内のモルタル吹付法面の損傷した誘因は、地山の風化が約50%を占めていることがわかった。

図-36は、丹南管内(28箇所)の誘因内訳を示す。豪雨、地震はなかった。凍結・融解は3%であった。地山の風化、塩害はなかった。ラスがないは4%であった。吹付厚の不足はなかった。その他が93%であった。丹南管内のモルタル吹付法面の損傷した誘因は、その他が約90%を占めていることがわかった。

図-37は、小浜管内(91箇所)の誘因内訳を示す。豪雨、地震はなかった。凍結・融解は25%であった。地山の風化は68%であった。塩害、ラスがないはなかった。吹付厚の不足は7%であった。その他はなかった。小浜管内のモルタル吹付法面の損傷した誘因は、凍結・融解と地山の風化で約90%を占めていることがわかった。

3.6 損傷の誘因

図-31は、管内全体(261箇所)のモルタル吹付法面の損傷した誘因内訳を示す。豪雨や地震はほとんどなかった。凍結・融解は17%，地山の風化は65%，塩害、ラスがないはほとんどなかった。吹付厚の不足は3%，その他は15%であった。凍結・融解および地山の風化で全体の約80%を占めていることがわかった。

図-32は、福井管内(9箇所)の誘因内訳を示す。地山の風化が89%，その他は11%であった。地山の風化が全体の約90%を占めていることがわかった。

図-33は、三国管内の誘因内訳を示す。地震が5%で凍結・融解が95%であった。三国管内のモルタル吹付法面の損傷した誘因は凍結・融解がほとんどであることがわかった。

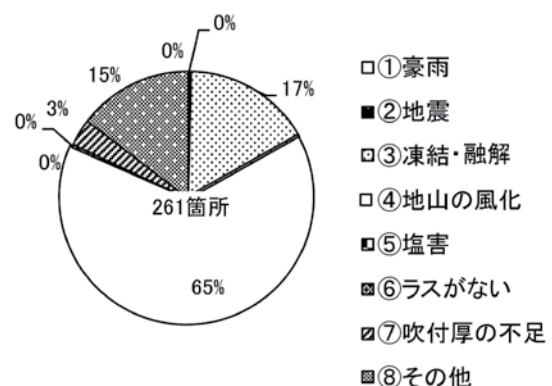


図-31 管内全体の誘因内訳

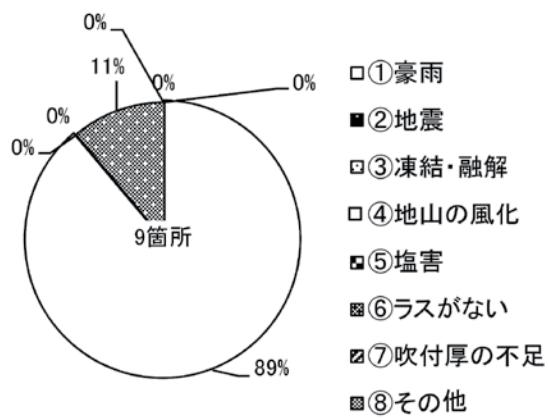


図-32 福井管内の誘因内訳

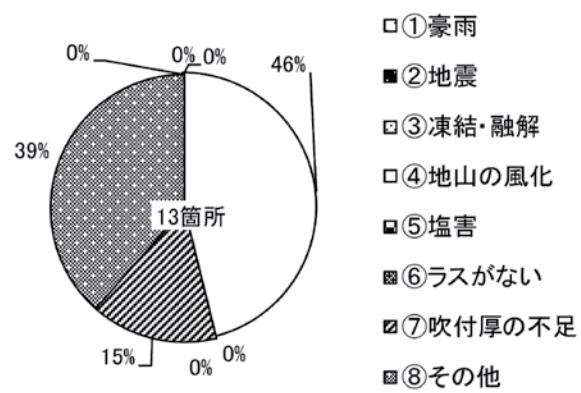


図-35 勝山管内の誘因内訳

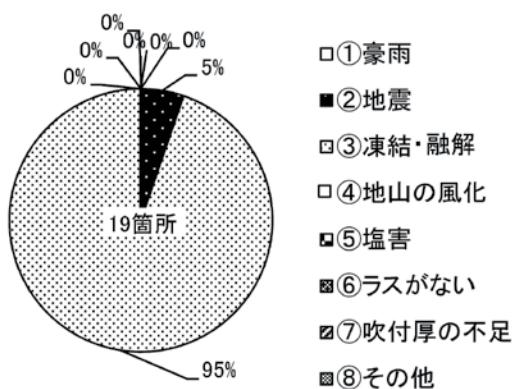


図-33 三国管内の誘因内訳

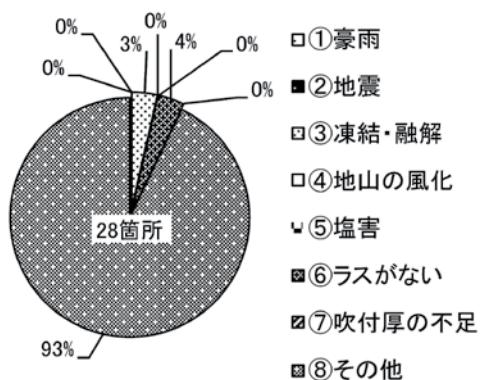


図-36 丹南管内の誘因内訳

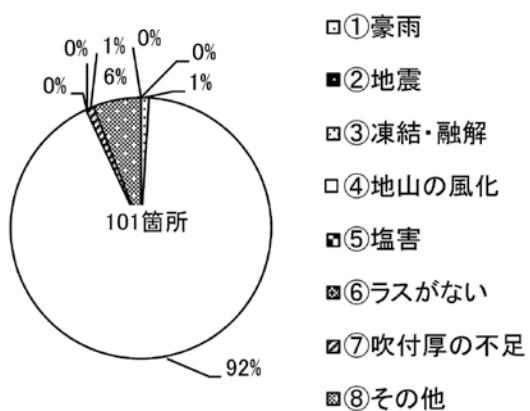


図-34 大野管内の誘因内訳

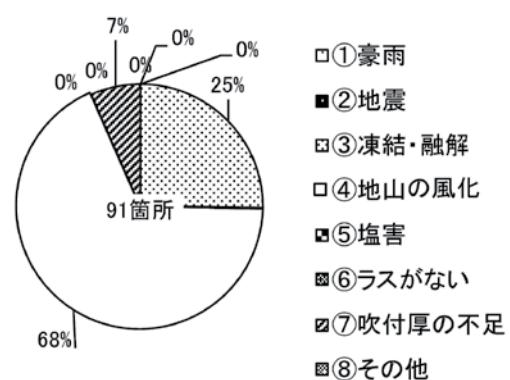


図-37 小浜管内の誘因内訳

3.7 モルタル吹付法面の補修対策工法

図-38は、モルタル吹付法面の補修対策工法の内訳を示す。福井管内は、モルタル吹付工（部分補修）1箇所しかなかった。三国管内は、落石対策を兼ねたロックネットが7箇所あった。大野管内は、落石対策を兼ねたロックネット14箇所、モルタル吹付工（部分補修）18箇所、モルタルはつり、モルタル吹付工（全面）6箇所、吹付枠工（既設の上から全面）3箇所、鉄筋挿入工1箇所、グランドアンカーア工2箇所、その他7箇所であった。その他は、補修対策工法をいくつか組み合わせて行ったものと考えられる。勝山管内は、鉄筋挿入工1箇所、グランドアンカーア工1箇所であった。小浜管内は、落石対策を兼ねたロックネット2箇所、グランドアンカーア工1箇所、その他1箇所であった。敦賀管内は、補修対策は行われていなかった。

大野管内で、モルタル吹付法面の補修対策が多いことがわかった。また、落石を兼ねたロックネットおよびモルタル吹付工（部分補修）の工法を用いることが多いこともわかった。落石対策を兼ねたロックネットの利用は、数年経過するとロックネットに植生が繁茂しモルタル吹付法面が傷んでいても分からぬことがあるので注意する必要がある。

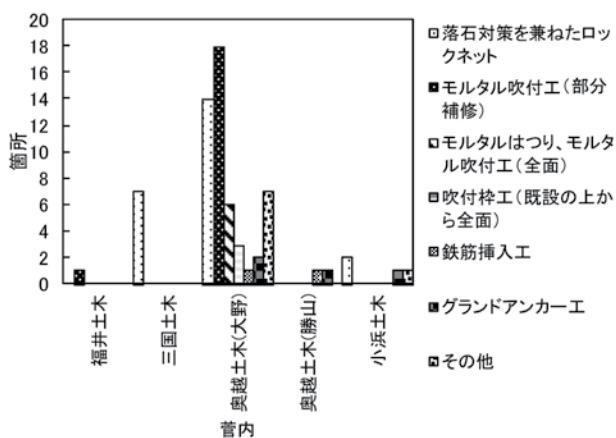


図-38 補修対策工法の内訳

3.8 モルタル吹付法面の調査方法

図-39は、モルタル吹付法面の調査方法の内訳を示す。三国管内、勝山管内、敦賀管内は、これまでに調査がなかったようである。

福井管内は、目視、打音検査、熱赤外線画像法がそれぞれ8箇所、コア抜きが9箇所であった。目視と打音検査や熱赤外線画像法、コア抜きの組み合わせが多くかった。

大野管内は、目視、打音検査共に77箇所で併用されていることがわかった。

福井、大野管内共にモルタル吹付法面調査は目視が基本であり、それに打音検査、熱赤外線画像法、コア抜きを併用していることがわかった。熱赤外線画像法は、大斜面の場合、背面の状況を概略把握するのに有效であるが費用が高いことや定性的な判断となる。弾性波探査、電気探査、クモノス（クラック計測器）、コンクリートのひび割れ抽出画像処理ソフトは利用されていないことがわかった。弾性波探査、電気探査、クモノスは費用が高いこと、コンクリートのひび割れ抽出画像処理ソフトは植生等の影響で精度に問題があることなどから利用されていないものと考えられる。モルタル吹付法面は橋梁基礎等の構造物に比べて調査する面積が大きいため、打音検査やコア抜きによる調査では多大な労力が必要となるばかりか作業も危険となる。よって、今後、老朽化していくモルタル吹付斜面の健全性を目視と併用して安価に評価できる調査手法を開発する必要があると考える。

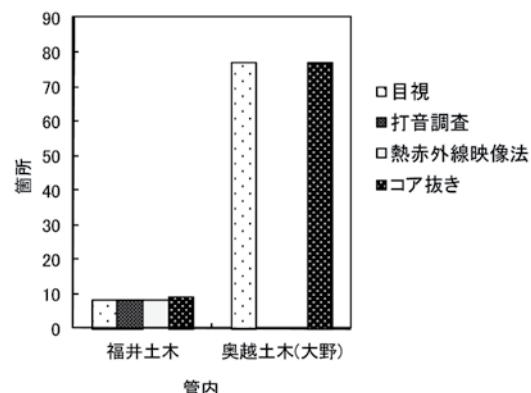


図-39 調査方法の内訳

4. 結言

県道路保全課および各土木事務所の御協力を得て各土木事務所が管理しているモルタル吹付法面のアンケート調査を行った結果、以下の知見が得られた。

- (1) 管内全体のモルタル吹付法面箇所の内、奥越土木管内（大野・勝山）で約4割を占めている。モルタル吹付法面面積の内、6割が奥越土木管内（大

野・勝山）で占めている。

- (2) 管内全体のモルタル吹付法面の状態は、開口幅1cm以上の亀裂有りと開口幅1cm以下の亀裂有り、ヘアークラックや閉じた亀裂有りで40%を占めており、背面が健全であれば、亀裂を補修することでモルタル吹付法面の延命化を図れる可能性がある。
- (3) 管内全体のモルタル吹付法面施工年度の内訳は、1979年以前が45%を占め、不明は43%であった。1980～1989年は10%で、1990以降は4%であり、最近はモルタル吹付法面工があまり利用されていない。
- (4) 管内全体の損傷形態の占める割合は、モルタル自体の劣化は28%，地山表層の土砂化は10%，モルタルの剥離は10%，樹木によるモルタルの破壊は8%，湧水は6%，地山とモルタルの密着不良は5%の順に多かった。
- (5) 管内全体のモルタル吹付法面の損傷した素因の内、強風化帯と節理（割れ目）の発達で約6割を占めており、元々あまり良くない斜面にモルタル吹付を行っていた。
- (6) 管内全体のモルタル吹付法面の損傷した誘因の内、凍結・融解および地山の風化で全体の約8割を占めている。
- (7) 大野管内で、モルタル吹付法面の補修対策が多い。福井、大野管内共にモルタル吹付法面調査は目視が基本であり、それに打音検査、熱赤外線画像法、コア抜きを併用している。

謝辞

本研究にあたり、県道路保全課および各土木事務所の御協力いただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 老朽化吹付け法面の調査・対策の手引き、鹿島出版会発行(2006)