

# ( I - 19) あと施工アンカーボルトの動的引抜き破壊耐力に関する実験的考察

防衛大学校 学生員 ○川邊智彦 正員 園田佳巨 正員 佐藤紘志

**1.緒言** 近年、既存コンクリート構造物の耐震補強用等にあと施工アンカーが使用される機会が増えているが、その動的破壊メカニズムは明らかにされておらず、静力学特性に関する研究<sup>1)</sup>が過去に見られる程度である。そこで、ここでは金属系、接着系2種類のアンカーの引抜き破壊に対する載荷速度の影響を実験的に検討した。

**2.実験の概要** 本実験では、表-1に示すような金属系と接着系の2種類のあと施工アンカーボルトの動的引抜き耐力を比較検討した。

表-1 アンカーボルトの諸元

| アンカー種類  | タイプ      | ボルト径 | 穿孔径  | 穿孔深さ  |
|---------|----------|------|------|-------|
| 金属系アンカー | 内部コーン拡張型 | M8   | 9 mm | 30 mm |
| 接着系アンカー | ポリエステル樹脂 | M8   | 9 mm | 70 mm |

試験体の寸法は、ボルトの引抜きによるコーン破壊面の広がり<sup>2)</sup>を45°に想定して、図-1に示すような縦300mm×横200mm×高さ150mmの直方形とした。なお、試験時のテストピースの圧縮強度は、210～220kgf/cm<sup>2</sup>であった。載荷方法は、図-2のように試験体のボルト取付面を下側に向け、4辺を

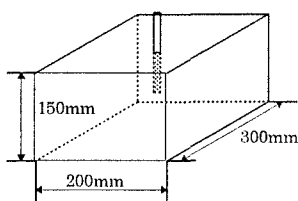


図-1 試験体寸法

支点間距離16cmで単純支持させたうえで、引張載荷治具の可動フレームと連結されたボルト先端のアイナットを介して引抜き荷重を与えた。計測項目は、引抜き荷重と載荷変位および試験体表面ひずみの3項目である。試験体ひずみは、図-3に示すようにボルトの中心から25mm、50mmの2個所で2軸ゲージを用いて計測した。実験は、2種類のアンカーに対して、表-2に示すような静的、低速、高速の3種類の載荷速度による引抜き試験を5回ずつ行った。

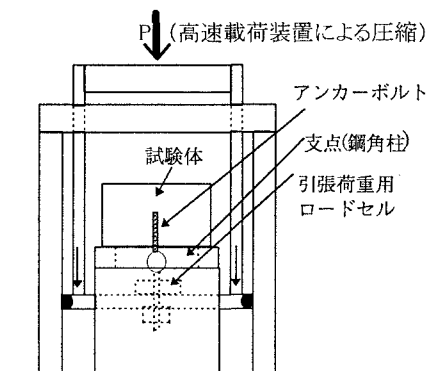
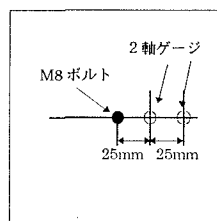


図-2 引抜き試験状況



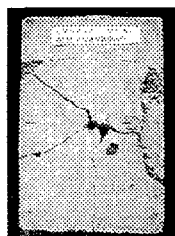
## 3. 実験結果および考察

(1)金属拡張型アンカー 写真-1(a)～(c)は、それぞれ静的載荷、低速載荷、図-3 試験体ひずみの計測位置

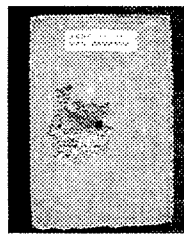
高速載荷による破壊形態を示したもので、静的引抜き荷重に対しては、アンカーの拡張力による試験体表面への放射状のひび割れが破壊の主要因となるのに対して、低速および高速荷重ではコーン破壊が発生することが認められた。また、載荷速度が速くなるにつれて、コーン破壊面が円形に近くなるとともに、その直径が40%程度も大きくなることが確認された。これは、低速載荷の場合には試験体内の局所的な強度のばらつきに依存したコーン破壊面を形成するのに対して、ひずみ速度レベルが高くなると、弱い個所に破壊が進展するだけの時間的余裕が失われるためであるものと推察される。

表-2 実験条件

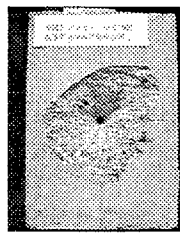
| 実験ケース | 平均載荷速度(cm/s)          | 平均ひずみ速度(1/s)          |
|-------|-----------------------|-----------------------|
| 静的載荷  | $9.32 \times 10^{-4}$ | $1.16 \times 10^{-4}$ |
| 低速載荷  | 3.272                 | 0.41                  |
| 高速載荷  | 360.7                 | 45.9                  |



(a)静的引抜き破壊



(b)低速引抜き破壊



(c)高速引抜き破壊

写真-1 金属系アンカーの引抜き破壊形態

図-4 (a)および(b)は、それぞれ低速、高速載荷試験で得られた引抜き荷重-時間関係を比較したものである。図中の時間軸に平行な破線は、静的試験による最大耐力の平均値を示している。この図より、載荷速度の増加とともに最大耐力は数%程度大きくなるが、コーン破壊領域の拡大率に比べてかな

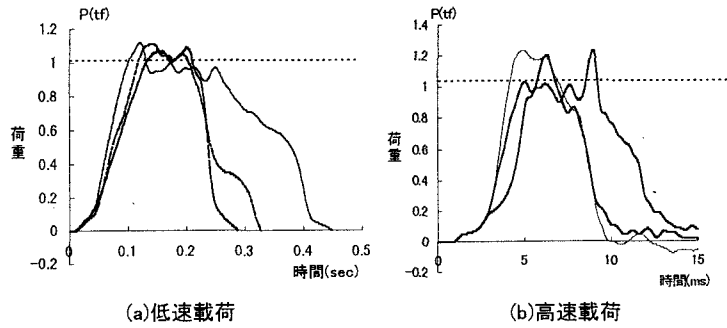


図-4 金属系アンカーの荷重-時間関係

り小さく、両者の間に明確な相関は見られない。これは、図-5に示すように、高速載荷時の試験体表面ひずみは約12msで最大値に達するのに対して、図-4(b)に見られるように最大耐力は約5msで得られており、コーン破壊面が完全に形成される以前に耐力の低下が起こるためである。したがって、この種の動的コーン破壊に対しては、必ずしも破壊面の広がりやを想定して、力の釣り合いから耐力を評価することができないことが推察される。

(2)接着系アンカー 接着系アンカーの場合には、埋込み深さが70mmと金属系の約2倍であるため、ほとんどの試験体でボルト破断型の破壊を示しており、わずかに高速載荷ケースの2体が狭い領域におけるコーン破壊との複合型を示した。これについては、本試験体の場合にはコーン破壊面が45°で形成される

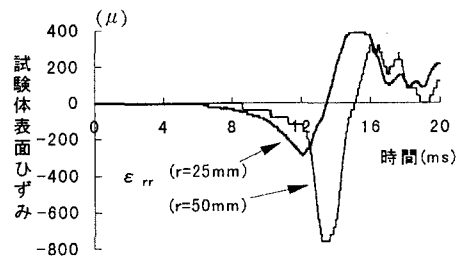
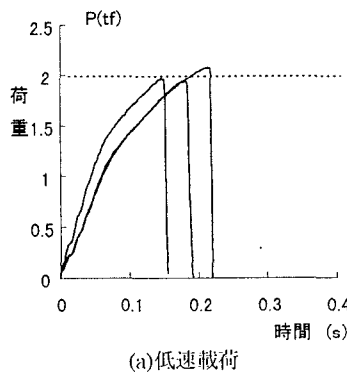
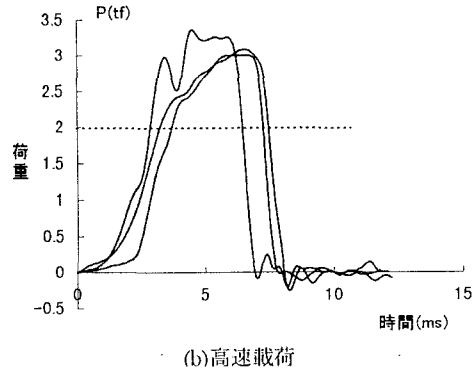


図-5 試験体表面ひずみ-時間関係



(a)低速載荷



(b)高速載荷

図-6 接着系アンカーの荷重-時間関係

と仮定して求められる静的コーン破壊強度よりボルト破断強度の方が小さいことから当然の結果であるものと考えられる。図-6 (a)および(b)は、それぞれ接着系アンカーの低速載荷、高速載荷試験による引抜き荷重-時間関係を示したもので、高速載荷時の最大耐力の増加が非常に顕著に表れていることがわかる。これは、ボルトのひずみ速度が約40(1/sec)と鋼材のひずみ速度依存性が顕著になる $10^{-1}$ レベルに至るため、ボルト破断による最大耐力の著しい増加につながったためであると考えられる。したがって、コーン破壊強度よりも相対的にボルト破断強度の方が小さい試験体の場合には、鋼材のひずみ速度効果による耐力の増加が期待できることが認められた。

#### 4. 結 論

(1)引抜き破壊がコーン破壊強度に左右される場合には、載荷速度とともにコーン直径は拡大するが、必ずしも耐力は増加しない。したがって、動的コーン破壊強度は破壊面における力の釣り合いでは得られず、その破壊メカニズムを時刻歴に追跡する必要があるものと考えられる。

(2)引抜き破壊がボルト破断となる場合には、ひずみ速度効果による耐力の増加が期待できることが認められた。

参考文献 1)細川洋治：あと施工アンカーの強度と剛性に関する基礎的研究（東京大学学位論文），平成4年5月