

I-585

シールドトンネル覆工の長手方向の耐震性に関する模型載荷実験(その2)

—— 二次覆工のない場合 ——

東京湾横断道路(株) 下村 真弘
建設省 土木研究所 正員 川島 一彦
成和コンサルタント(株) 正員○内田 隆

1. はじめに

本実験は、リング継手構造の違いがシールドトンネル覆工の長手方向の地震時挙動(破壊性状、耐力、変形性能等)に及ぼす影響について調べることを目的として、実施したものである。

2. 実験概要

供試体は、図-3に示すように、東京湾横断道路で計画しているシールドトンネル覆工からリング継手1か所の分担幅をトンネル長手方向に切り出したもので、長さ150cmのセグメント4ピースを3個のリング継手により連結した模型である。なお、二次覆工の施工を前提に、ボルトボックスはコンクリートで充填した。

実験ケースとしては次の2種類の継手構造を検討した。

①長尺送りボルト方式

図-1に示すように、ボルトボックス間のコンクリート(厚さ500mm)を長尺ボルトで直接締め付ける方式。継ぎボルトにはM36(強度区分10.9)を使用。ワッシャーとしては、メタルワッシャー(厚さ6mm)を使用。ただし、ボルト支圧部保護のため、セグメントに250mm角、厚さ16mmの鋼板を設置した。

②クイックナット・弾性ワッシャー方式

図-2に示すように、片方のセグメントにクイックナットを埋め込み、もう一方のセグメント側から両ネジボルトを差し込み締め付ける方式。弾性ワッシャーは直径120mm、高さ40.9mmの積層ゴム製で、圧縮荷重20tonから60tonの範囲の割線弾性係数は $2.09 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ である。継ぎボルトは①と同じ。なお、ボルト支圧部保護のための厚さ16mmの鋼板はこのケースでは設置しなかった。また、ボルトボックス内のコンクリートが弾性ワッシャーの変形を拘束しないように保護した。

供試体への載荷は、供試体の一端を固定し他端を加振機に連結して、加振機によりトンネル長手方向の軸力を載荷した。載荷方式は変位制御の正負交番載荷とし、供試体の破壊まで載荷を行った。

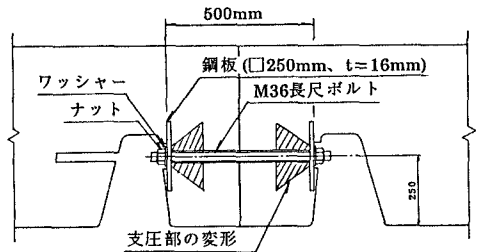


図-1 長尺送りボルト方式

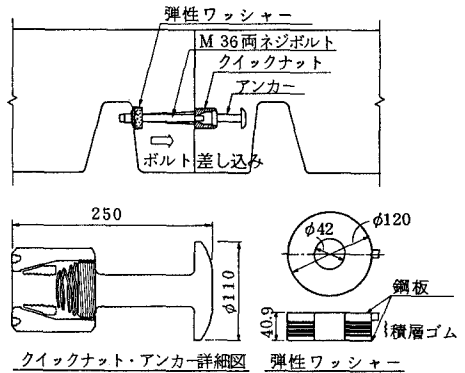


図-2 クイックナット・弾性ワッシャー方式

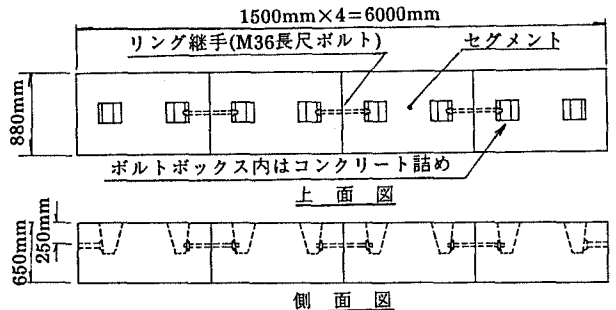


図-3 供試体の概要(ケース1)

3. 実験結果

実験結果の概要を表-1にまとめた。また、荷重～供試体変位の履歴ループの包絡線を、図-4に示す。

(1) 長尺送りボルト方式では、ボルト締め付け部分のコンクリートが破壊した。また、クイックナット・弾性ワッシャー方式では、クイックナット・アンカー部分が引き抜けた。

(2) 終局耐力は長尺送りボルト方式81.1ton、クイックナット・弾性ワッシャー方式56.5tonで、ボルト支圧部保護のために設置した厚さ16mmの鋼板の影響により長尺送りボルト方式のほうが終局耐力が大きかった。なお、両ケースの終局耐力はボルト締め付け部分の押し抜きせん断耐力にほぼ対応している。

(3) 引張剛性および変形能(終局変位)

は、ともに長尺送りボルト方式がクイックナット・弾性ワッシャー方式より大きかった。

(4) リング継手1ヶ所当たりの目開き量が設計用入力地震動 L_2 に対応する1.0mm(供試体全体の変位3.0mm相当)に達しても、供試体には有害な変状が見られなかった。

表-1 実験ケースおよび実験結果概要

ケース No.	継手方式	破壊形態	終局耐力		降伏耐力 ¹⁾		割線剛性 (ton/mm)	
			耐力 (ton)	供試体変位 (mm)	耐力 (ton)	供試体変位 (mm)	供試体変位 1.5mm (L_1 相当)	供試体変位 3.0mm (L_2 相当)
1	長尺送りボルト方式	ボルト締め付け部分コンクリートの破壊	81.1	77.2	47.0	4.6	19.0	12.8
2	クイックナット・弾性ワッシャー方式	ナット・アンカー部分の引き抜け	56.5	24.0	45.9	9.1	15.0	9.4

1) セグメント内部のクラック発生に対応。

4. リング継手の剛性評価法について

ボルト支圧部分のコンクリートの圧縮変形を考慮して剛性を評価²⁾した結果を図-5に示す。計算値は両ケースとも実験で得られた接線剛性より若干大きかった。剛性をより正確に把握するためには、①ナット・ワッシャー部分のセグメントへのめり込み、および②コンクリートの劣化によるボルト締め付け部分の剛性の低下、を考慮し供試体の変位量を評価する必要がある。

5. まとめ

2種類のリング継手方式について、シールドトンネル覆工の長手方向の地震時挙動を調べた。本実験で使用した継手方式は L_2 地震動に対しても十分な安全性を有することがわかった。なお、本実験は、東京湾横断道路(株)と建設省土木研究所との共同研究として実施したものである。

参 考 文 献

- 1) 三木・杉田・加納・志波:シールドトンネル覆工の長手方向の耐震性に関する模型荷重実験-二次覆工のない場合-、土木学会第44回年次学術講演会 第1部、pp1102~1103、

1989年10月

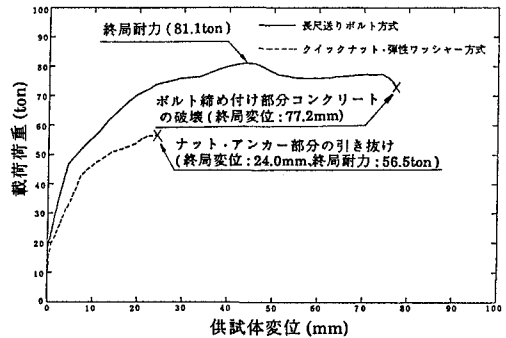
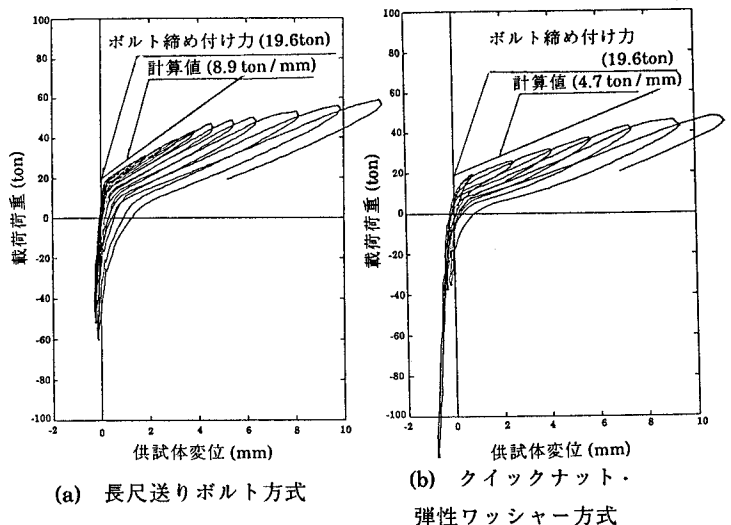


図-4 載荷履歴の包絡線



(a) 長尺送りボルト方式

(b) クイックナット・弾性ワッシャー方式

図-5 剛性の計算値と実験値との比較